This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

sub
CLEMENS FRIEDRICH MEYER.
Wissenschaften und fremde Sprachen.
№ 96.
pondere
75858
40, 20
Soc 3983.55.5

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787–1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

MÉLANGES
PHYSIQUES ET CHIMIQUES

TIRÉS DU

BULLETIN PHYSICO-MATHÉMATIQUE

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

ST.-PÉTERSBOURG.

TOME I.

(1849—1854.)

Avec 11 planches.

St.-Pétersbourg.
Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
1854.

Se vend chez MM. *Eggers* et *Comp.*, libraires, Commissionnaires de l'Académie, et à Leipzic, chez M. *Léopold Voss.*

Prix: 3 Rbl. arg. = 3 Thlr. 10 Ngr.

~~L Soc 3983.37.10~~
L Soc 3983.55.5
HARVARD COLLEGE LIBRARY
DEGRAND FUND
Sept. 23, 1925
(5 vols)

TABLE DES MATIÈRES.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. CHALEUR. OPTIQUE. ÉLASTICITÉ.

Mezs. Page.

Note sur la chaleur de fusion de la glace et sa capacité pour la chaleur.....220—225

Kuhn.

Ueber die fixen Linien im Spectrum des Sonnenlichtes. (Mit einer Tafel.).....505—520

Kupffer.

Rapport adressé à l'Académie des sciences, relatif á l'Observatoire physique central, fondé auprès du Corps des mines..... 83— 96

Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme.369—373

Experimentelle Untersuchungen über die Transversalschwingungen elastischer Metallstäbe. (Mit einer Tafel.).....591—608

Untersuchungen über die Flexion elastischer Metallstäbe....632—639

ÉLECTRICITÉ. GALVANISME.

Crusell.

Lettre à M. le Secrétaire perpétuel.....640—642

Jacobi.

Galvanische und electromagnetische Versuche. 5te Reihe 2te Abtheilung. Das Quecksilber - Voltagometer. (Avec une planche.)..... 1— 22

Page.

Note sur le procédé imaginé par M. Peschel pour produire des copies d'images daguériennes par la voie galvanoplastique.....239—241

Sur la théorie des machines électromagnétiques.....260—288

Note préliminaire sur la mesure du courant galvanique par la décomposition du sulfate de cuivre.....289—292

Lenz.

Ueber die Leitung des galvanischen Stromes durch Flüssigkeiten, wenn der Querschnitt derselben verschieden ist von der Fläche der in sie getauchten Electroden .....301—318

Ueber den Einfluss der Geschwindigkeit des Drehens auf den durch magneto-elektrische Maschinen erzeugten Inductionsstrom. 2te Abhandlung. (Mit einer Tafel.)....567—590

Duc de Leuchtenberg.

Ueber die fabrikmässige galvanische Vergoldung im Grossen, und über einige dabei gemachte technisch-wissenschaftliche Beobachtungen..... 33— 43

Petrouchevsky.

Untersuchungen über die Eigenschaften des galvanischen Elementes. 1ste Abhandlung. (Mit einer Tafel).....521—536

Savéliev.

Untersuchungen über den galvanischen Leitungswiderstand der Flüssigkeiten in einigen besondern Fällen.....437—449

Tyrtov.

Bemerkungen über die Veränderungen, welche in der Daniel'schen Batterie vor sich gehen, während sie geschlossen bleibt.....411—416

PHYSIQUE DU GLOBE. GÉOLOGIE. MÉTÉOROLOGIE.

Abich.

Meteorologische Beobachtungen in Transcaucasien.....149—198

Baer.

Ueber nothwendig scheinende Ergänzungen der Beobachtungen über die Bodentemperatur in Sibirien.....115—134

Clesse. Page.
Ueber eine merkwürdige Steinart des mittleren Russlands...374—383

Dittmar.
Ueber die Eismulden im östlichen Sibirien (Haxxmmx der Sibirischen Russen). Nebst einem Zusatz von A. Th. von Middendorff. ....480—496

Grewingk.
Ueber eine, im Sommer 1848, unternommene Reise nach der Halbinsel Kanin, am nördlichen Eismeere ..... 28— 32

Hamel.
Blutregen und blutrothe Gewässer. Neun Fälle, welche sich in England und in der Normandie in dem Zeitraum von 685 bis 1662 ereignet haben....384—391

Helmersen.
Ueber Hrn. Sartorius von Waltershausen Atlas des Etna.... 79— 82
Ueber den artesischen Brunnen in der Westbatterie bei Reval....199—205
Versuche, die relative Wärmeleitungsfähigkeit einiger Felsarten zu ermitteln....299—300
Ueber die Brachiopodengenera Aulosteges und Strophalosia..423—424
Ueber ein in der Nähe von Moskau angelegtes Bohrloch zum Auffinden von Steinkohlenlagern....450—452

Kupffer.
Notiz über Höhenmessungen mit dem Barometer....144—145

Lapchine.
Les vents qui soufflent à Kharkow suivent-ils la loi découverte par M. Dove? (Avec deux planches.)....464—479

Lenz.
Beitrag zur Bestimmung der in St. Petersburg verdunstenden Wassermenge....226—238

Leonhard.
Von seinen Untersuchungen über Hüttenerzeugnisse als Stützpunkte geologischer Hypothesen. Aus einem Schreiben an Fuss....397—399

Mercklin.
Verzeichniss aller in Russland bis jetzt (November 1852) aufgefundenen beschriebenen, unbeschriebenen oder zweifelhaften fossilen Pflanzen....497—504

Middendorff.
Voir Dittmar.

Moritz. Page.

Note sur le thermomètre de l'Académie del Cimento..... 23— 27

Napiersky.

Ueber Bestimmung der mittlern Temperatur.....135—143

Savéliev.

Kurzer Bericht über magnetische Beobachtungen und geographische Ortsbestimmungen, angestellt im Jahre 1850 auf einer Reise von Kasan nach Astrachan.....293—298

Talysine.

Untersuchungen über die Fluth und Ebbe im weissen Meere.
2te Abhandlung. (Mit zwei Tafeln.).....425—436
3te Abhandlung. (Mit zwei Tafeln.).....537—554

CHIMIE.

Abich.

Ueber die Soda der Araxesebene in Armenien .....146—148

Buttlerow.

Ueber die oxydirende Wirkung der Osmiumsäure auf organische Körper.....355—368

Döpping.

Ueber die Einwirkung der schwefligen Säure auf einige Kupferoxydsalze .....242—245

Fritzsche.

Ueber das Vorkommen von Vanadin in den Permschen Hüttenproducten, und die Darstellung reiner Vanadinsäure.246—255
Ueber salpetrige Säure.....256—259
Ueber die Zusammensetzung der Harmala-Alkaloide.....555—566

Khodnev.

Beiträge zur Kenntniss der Alcoholate und der salpetersauern Magnesia..... 56— 78

Kotcheoubey.

Recherches sur quelques combinaisons arsénicales. Premier mémoire..... 44— 55

Mann.

Ueber die Darstellung der Collodiumwolle.....453—463

Petzholdt.

Untersuchung der schwarzen Erde (Tschernosem) des südlichen Russlands.....206—219

Schmid.

Ueber die Schwarzerde im südlichen Russland..... 97—114

Skoblikov.

Recherches sur quelques combinaisons nouvelles d'Iridium..400—410

H. Struve.

Ueber die Benutzung des molybdänsauern Ammoniumoxyd's bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen zur Entdeckung von Arsenik.....417—422

Ueber verschiedene Doppelsalze der Molybdänsäure.....609—631

Zinine.

Ueber die Einwirkung des ätherischen Senföles auf die organischen Basen.....392—396

TECHNOLOGIE.

—

Hamel.

Die Flachsbaumwolle auf der Londoner Ausstellung. Ritter Claussen und H. Ahnesorge .....319—335

HISTOIRE LITTÉRAIRE.

—

Hamel.

Tredescants Testament und Ashmole's Museum zu Oxford...336—354

Avertissement.

Le Bulletin scientifique de l'Académie des sciences de St.-Pétersbourg, fondé en 1836, a été dès 1842, partagé en deux Recueils divers, selon les spécialités représentées par les deux anciennes Classes de l'Académie des sciences. Dans le but de rendre les articles de ce journal plus accessibles aux divers genres de lecteurs, on a cru devoir en spécialiser encore davantage le contenu, tout en laissant subsister l'ancien ordre des choses. A cet effet, on tirera de chaque article un certain nombre d'exemplaires in 8-vo, et on en formera, selon les sciences, six recueils divers, qui paraîtront par livraisons, sous les titres suivants:

1. *Mélanges mathématiques et astronomiques.*
2. *Mélanges physiques et chimiques.*
3. *Mélanges biologiques.*
4. *Mélanges russes.*
5. *Mélanges asiatiques.*
6. *Mélanges gréco-romains.*

Quarante à quarante cinq feuilles de chacun de ces recueils formeront un volume qui sera muni d'un frontispice et d'une table des matières convenable. Cependant les livraisons seront mises en vente isolément et sans obliger les acheteurs de payer le volume entier.

En Novembre 1849.

CONTENU.

Jacobi. Galvanische und electromagnetische Versuche. (5. Reihe, II. Abth.) Das Quecksilber-Volt'agometer. (Avec une planche) . 1

Moritz. Note sur le thermoomètre de l'Académie del Cimento. . 23

Grewingk. Ueber eine, im Sommer 1848 unternommene Reise nach der Halbinsel Kanin, am südlichen Eismeere 28

Maximilian Herzog von Leuchtenberg. Ueber die fabrikmässige galvanische Vergoldung im Grossen und über einige dabei gemachte technisch-wissenschaftliche Beobachtungen . . . 33

Kotschoubey. Recherches sur quelques combinaisons arsénicales. Premier mémoire 33

Chodnew. Beiträge zur Kenntniss der Alkoholate und der salpetersauren Magnesia. 56

Helmersen. Ueber Hrn. Sartorius von Waltershausen's Atlas des Etna 79

Kupffer. Rapport adressé à l'Académie des sciences, relatif à l'Observatoire physique central, fondé auprès du Corps des mines . 83

Schmid. Ueber die Schwarz-Erde im südlichen Russland . . . 97

24 März / 5 April 1848.

Galvanische und electromagnetische Versuche von M. H. JACOBI.

Fünfte Reihe. Zweite Abtheilung.

Das Quecksilber-Volt'agometer.

(Hiezu eine Kupfertafel.)

141.

Seitdem die bekannte Ohm'sche Formel von den bedeutendern Physikern überall angenommen worden, gehört das Messen der Leitungswiderstände zu einer der wichtigsten Operationen in der Galvanometrie, eine Operation die von nicht minderem Einflusse auf die Genauigkeit der zu erzielenden Resultate ist, als die Schärfe und Gesetzmässigkeit der zum Messen der Stromstärken angewandten Methoden. Man weiss, dass in letzterer Beziehung das wünschenswertheste und viel mehr erreicht ist, als der Standpunkt unseres Wissens von den galvanischen Erscheinungen, oder ihre Flüchtigkeit und Unbestimmtheit zu beanspruchen hätte. Thatsache ist es, dass die Uebereinstimmung zwischen den Beobachtungen und ihren nach dem Grundgesetze angestellten Berechnungen, mit der vermehrten Genauigkeit der Beobachtung und der Verminderung der bekannten Fehlerquellen, nicht gleichen Schritt gehalten hat. Die Unterschiede die man findet, liegen gewöhnlich weit ausserhalb der Grenze der Beobachtungsfehler. Indessen bleibt es immer unumgänglich die Genauigkeit der Beobachtung bis auf's Aeusserste zu treiben, denn wir erhal-

ten hierdurch das alleinige Mittel, die Beobachtungsfehler von den sogenannten zufälligen Umständen zu trennen, und zu der scharf begrenzten Aufgabe zu gelangen, eine Gesetzmässigkeit in der scheinbaren Zufälligkeit aufzusuchen. Ein anderer Vortheil der vermehrten Schärfe der Beobachtung ist der, dass künftig nur solche Gesetze vor der Kritik zu bestehen haben werden, bei denen die Beobachtungen nicht über alles Maass hinaus von der Hypothese abweichen. Ob selbst in der letzten Zeit dieser Bedingung überall Rechnung getragen worden ist, soll hier nicht weiter untersucht werden.

142.

Als einen Beitrag zur Galvanometrie wünsche ich den gegenwärtigen Aufsatz über das Quecksilber-Volt'agometer aufgenommen zu sehen. Ich habe dieses Instrument zwar schon seit mehreren Jahren im Gebrauche, wollte aber die Beschreibung desselben nicht früher publiziren, als bis ich mich vollkommen versichert hätte, dass dieses Instrument im Laufe der Zeit keine Veränderungen erleidet.

143.

Die Veranlassung zur Construction dieses neuen Instruments war die, dass die bisher angewandten Methoden zur Messung der Leitungswiderstände, mir keine solche Genauigkeit zu gewähren schienen, als die Schärfe, mit welcher gegenwärtig Stromesmessungen ausgeführt zu werden pflegen, sie fordert. Ich habe bereits in der 4ten Reihe der galvanischen und electromagnetischen Versuche Art. 75 auf mehrere Fehlerquellen aufmerksam gemacht, womit das im 10ten Bande des *Bulletin scientifique p.* 285 beschriebene Volt'agometer und die damit angestellten Messungen behaftet sind. Die wichtigste Fehlerquelle ist indessen, wie ich mich später überzeugt habe, die Unvollkommenheit der Berührung zwischen der Rolle und dem schraubenförmig aufgewundenen Drathe, wodurch eine Unsicherheit herbeigeführt wird, die sich um so fühlbarer macht, je geringer der Widerstand der ganzen Kette ist. Der Einfluss dieses zwischen gewissen Grenzen sich haltenden constanten Fehlers, verschwindet natürlich bei der Messung grösserer Widerstände mehr und mehr, bei

denen es denn auch gelingt, vermittelst dieses Volt'agometers eine Genauigkeit von etwa 0,002 zu erreichen. Will man electromotorische Kräfte, nach der von mir selbst früher angewandten Wheatston'schen Methode, durch das Volt'agometer und eine Bussole messen, für welche das Gesetz der Intensitäten nicht bekannt ist, so ist besondere Vorsicht und Berücksichtigung des erwähnten Umstandes nöthig, weil bei diesen Messungen nur die Differenzen der Widerstände in Rechnung gebracht werden. Man geräth hierbei nicht selten in Widerspruch mit der anderweitigen Forderung, nur mit möglichst geschwächten Strömen zu operiren, um die electromotorische Kraft einer Hydrokette in ihrer ursprünglichsten, von electrochemischen Processen unabhängigsten Stärke zu erkennen.

144.

Obgleich der vielfach beschriebene Wheatston'sche Rheostat (*Poggendorff's Annalen Bd.* 62 *p.* 509) keine Contactrolle hat, wie unser Volt'agometer, so ist er dennoch dem Nachtheile einer unvollkommnen Berührung zwischen dem Drathe und dem Metallcylinder unterworfen, ein Nachtheil, der um so grösser ist, je weniger man es wagen darf, den beide Parallelcylinder schraubenförmig umgebenden Drath, straff anzuspannen. Ausserdem bietet die Construction dieses Instruments manche technische Schwierigkeiten, und das Arbeiten damit manche Unbequemlichkeiten dar, in deren Auseinandersetzung hier nicht eingegangen werden kann. Eine Prüfung des Instruments auf seine Genauigkeit ist, so viel ich weiss, bis jetzt nicht vorgenommen worden. Meist hat man sich desselben nur als Regulator bedient, um die Constanz des Stromes zu erhalten, oder in solchen Fällen, wo es nicht erforderlich war, den Widerstand der Windungen des Rheostaten genau zu kennen. Die Messungen, welche Herr Wheatston selbst damit angestellt hat, machen keine Ansprüche auf Genauigkeit.

145.

Der Poggendorff'sche Widerstandsmesser *) ist, was

*) *Ann.* 82, *p.* 541.

die Innigkeit der Berührung betrifft, vollkommner als die beiden vorher erwähnten Instrumente. Messungen des Widerstandes ein und derselben Drathlänge, die zu verschiedenen Zeiten angestellt worden waren und die mir Herr Poggendorff brieflich mitgetheilt hat, lassen in Bezug auf ihre Uebereinstimmung nichts zu wünschen übrig. Indessen ist wohl das Arbeiten mit diesem Instrumente unbequem und die genaue Einstellung desselben zeitraubend. Ob durch das wiederholte Einklemmen des Drathes zwischen den beweglichen Messingklammern nicht mit der Zeit seine Dimensionen, und somit die Werthe an einzelnen Stellen verändert werden, muss die Erfahrung lehren.

146.

Das Quecksilber-Volt'agometer, dessen Beschreibung ich hier mittheile, gewährt eine grosse Genauigkeit und ist den Nachtheilen der andern drei erwähnten Instrumente nicht unterworfen. Ich ging bei der Construction desselben von dem Gesichtspunkte aus, dass es eigentlich überflüssig ist, einem solchen Instrumente einen grossen Umfang zu geben, indem, wie ich schon früher gezeigt habe, man durchaus nicht vorweg annehmen darf, dass gleich lange Stücke eines und desselben Drathes auch einen gleichen Widerstand besitzen. Eine sorgfältige Prüfung der einzelnen Theile nnd Entwerfung einer Correctionstabelle ist also unumgänglich nöthig, und eine solche Prüfung muss sogar von Zeit zu Zeit wiederholt werden, um sich zu vergewissern, dass keine Veränderungen vorgefallen sind. Die berechneten wirklichen Werthe statt der geometrischen Längen in Rechnung zu bringen, ist allerdings eine Unbequemlichkeit, der man jedoch gewiss nur in sehr wenigen Fällen überhoben sein dürfte. Mit dem Quecksilber-Volt'agometer wird nun der Widerstand einer gewissen Anzahl Drathlängen gemessen, die als Normalwiderstände dienen und die innerhalb des Umfanges des Instruments liegen. Durch Summation dieser auf das genauste bestimmten Grössen erhält man dann das Maass für alle grössern Widerstände.

147.

Die Fig. 1 und 2 der beifolgenden Tafel geben die Front-

und Seitenansicht des Quecksilberagometers. Dasselbe besteht aus 2 bis zum Rande mit Quecksilber gefüllte Glasröhren *ab* und *cd*, in welche zwei an einem Messingbügel *eg* befestigte Platindräthe *ef* und *gh*, vermöge einer Schraube *ik* mehr oder weniger tief eingesenkt werden können. Die Schraube, welche ein dreifaches Gewinde von ungefähr $^3/_{20}''$ Steigung hat, ruht unten auf einer Spitze, ist aber von einem Halsbande umgeben und wird durch eine Kurbel *l* in Bewegung gesetzt. Mit dem Messingbügel *eg* ist die bewegliche Schraubenmutter *p* und eine mit einem Vernier oder Zeiger versehene federnde Hülse *q* verbunden, welche längs der eingetheilten Scale *rs* auf- und nieder gleitet.

148.

Da bei der Zusammensetzung dieses Instruments Scalen und Schrauben, die früher zu andern Zwecken gebraucht worden waren, angewandt sind, so haben diese Theile nicht die zweckmässigste Einrichtung und einige Mängel, die sich indessen in der Folge leicht beseitigen lassen. Die Scale selbst ist in $^1/_{20}$ engl. Zoll eingetheilt und der Schieber hat keinen Vernier, sondern nur einen feinen Zeiger, so dass Zehntel dieser Eintheilung also $^1/_{200}$ Zoll geschätzt werden müssen, wozu es *übrigens* nicht einmal eines besonders geübten Beobachters bedarf. Hier würden also bekannte micrometrische Einrichtungen Anwendung finden können, um was die geometrische Maassbestimmung betrifft, jede gewünschte Genauigkeit zu erreichen. Die Bestimmung der Leitungswiderstände indessen ist schon bei den gegenwärtigen Einrichtungen so genau, als es das Bedürfniss der Galvanometrie erheischt.

149.

In die obere Oeffnung der Quecksilberröhren tauchen zwei Platindräthe *t*, *t*, welche mit den beiden dicken Kupferdräthen *u*, *u*, die bis zu den Klemmschrauben *v*, *v*, herunterreichen, verbunden sind. Durch diese Klemmschrauben wird das System von veränderlicher Länge *fegh* in den übrigen Theil der Kette eingeschaltet; *ww* sind messingene Hülsen, die zum Schutze der Glasröhren dienen. Auf demselben Gestelle sind zwei solcher Quecksilber-Volt'agometer angebracht, was

viel Bequemlichkeit darbietet, indem zu manchen Untersuchungen doppelte Exemplare dieses Instruments erforderlich sind.

150.

Der angewandte Platindrath ist 0″,0355 dick und die Glasröhren haben 0″,35 im Durchmesser. Für jeden Zoll Platindrath also der aus dem Quecksilber gehoben wird, sinkt das Niveau desselben nahe zu um 0″,01. Da aber zugleich hierdurch der Zuleitungsdrath t von Quecksilber entblösst wird, so ist für jeden Zoll, der an der Scale abgelesen wird, die wirkliche Länge des Platindraths = 1″,02. Diese Correction muss daher überall angebracht werden, wo sie nöthig ist, d. h. da, wo absolute Maassbestimmungen gemacht werden sollen. Sind aber alle Widerstände, die man in Rechnung bringt, mit diesem Quecksilber-Volt'agometer verglichen, so kann man sich dieser Correction überheben, weil dieselbe eigentlich nur die Bedeutung hätte, als ob der Platindrath Statt des Widerstandes 1 den Widerstand 1,02 besässe. Im Uebrigen lässt sich der Einfluss, den der Stand des Quecksilbers hat, auf ein Minimum reduciren, wenn man dem obern Theile der Glasröhre eine beträchtliche Erweiterung giebt.

151.

Da der Platindrath nicht dick genug ist, um eine gehörige Steifigkeit zu besitzen, so sind die Glasröhren oben mit einem dünnen Elfenbeinplättchen bedeckt, welches eine Oeffnung hat, durch welche der Drath hindurch geht, und welches so gewissermassen als Führung dient.

152.

Das Quecksilber, dessen ich mich in diesem Apparate bediente, war nach der Methode des Herrn Ulex (*Mittheilungen aus den Verhandlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Hamburg* 1848 *pag.* 74) durch Eisenchlorid gereinigt worden. Diese Methode ist sehr zu empfehlen, denn obgleich dieses Quecksilber schon Jahre lang im Gebrauch ist, so ist es doch immer an der Oberfläche vollkommen spiegelblank geblieben, ohne sich mit einem Häutchen bedeckt zu haben. Eine öftere

Reinigung des Platindraths von dem darauf heftenden Staube ist indessen nöthig, wozu ich mich gewöhnlich der Zinnasche bediene. Ich befürchtete anfänglich, das Quecksilber könne durch die Länge der Zeit eine amalgamirende Einwirkung auf das Platin ausüben. Die Uebereinstimmung der zu verschiedenen Zeiten wiederholten Messungen, so wie das Aussehn des Platindraths zeigen, dass diese Befürchtung ohne Grund war.

153.

Frägt man nun nach der zweckmässigsten Art und Weise, wie Leitungswiderstände zu messen seien, so ist die Wahl unter den drei verschiedenen Methoden, die sich uns darbieten, allerdings nicht gleichgültig und von Bedingungen abhängig, die hier umständlicher zu discutiren Gelegenheit genommen wird. Vor allen Dingen aber müssen wir bemerken, wie es von der grössten Wichtigkeit ist, bei diesen Messungen immer nur möglichst schwache Ströme anzuwenden, um eine Erwärmung der Dräthe zu vermeiden, die nicht nur zu einer bedeutenden Veränderung des Leitungswiderstandes, sondern auch zur Erzeugung von thermoelectrischen Strömen, an den Verbindungsstellen, wo verschiedene Metalle in Contact kommen, Veranlassung geben würde. Ein sonderbarer Fall kommt bei den Messungen vor, die vermittelst der Art. 78 (*Bulletin T. VI No.* 2 u. 3) beschriebenen Differentialbussole angestellt werden. Sind nämlich die Paralleldräthe des Multiplicators und die darin eingeschalteten Widerstände genau aequilibrirt, so bleibt bekanntlich die Nadel auch unter Einwirkung des getheilten galvanischen Stroms im magnetischen Meridiane stehen, auch behält sie diese Lage, wenn die Kette geöffnet wird. Sobald man aber die Kette wieder schliesst, tritt nicht immer, aber sehr häufig, ein anfänglicher Ausschlag der Nadel ein, der mitunter 1′ bis 15′ beträgt, der aber nicht hindert, dass die Nadel nach einigen Schwingungen in ihre Gleichgewichtslage wieder zurückkehrt. Besonders stark scheint dieser Ausschlag zu sein, wenn die aequilibrirten Dräthe in ihrer Qualität oder in ihren Dimensionen sehr verschieden sind, auch wird er viel bedeutender, wenn man die Multiplicatordräthe hintereinander verbindet und die Kirchhof'sche oder

Wheatstone'sche Drathcombination, auf die wir später zurückkommen werden, einschaltet, um die Nadel im magnetischen Meridiane festzuhalten. Obgleich ich mir vorbehalte, diese Erscheinung in der Folge näher zu studiren, so scheint es mir doch, sie jetzt schon durch thermische Einflüsse erklären zu können. Die Erwärmung der Dräthe nämlich, so gering wie sie auch sei, bringt immer eine Veränderung ihres Leitungswiderstandes hervor, von der es wahrscheinlich ist, dass sie bei, in Dimensionen oder Qualität verschiedenen Dräthen, wenn sie auch gleichen Widerstand besitzen, zur Erreichung ihres Maximums auch eines verschiedenen Zeitverlaufs bedarf. Thermoelectrische Ströme scheinen hierbei nicht wirksam zu sein, weil sich sonst, auch beim Oeffnen der Kette, eine Ablenkung zeigen müsste, was aber nicht der Fall ist.

154.

Es muss ferner bemerkt werden, dass nicht alle galvanometrischen Bussolen zum Messen der Widerstände geeignet sind. Empfindlichkeit und die genaue Ablesung des Standes der Nadel sind die wesentlichen Bedingungen, die sie zu erfüllen haben. Die gewöhnlichen Bussolen und unter ihnen die Nervander'sche Tangentenbussole, gestatten den Stand der Nadel nur bis auf $2'$ genau abzulesen; ausserdem sind diese letztern Instrumente deshalb nur für starke Ströme brauchbar, weil die Multiplicatorrolle sehr weit von der Nadel abstehen muss, wenn das Gesetz der Tangenten noch gültig sein soll. Wir werden im Folgenden die Genauigkeit der Tangentenbussole zu discutiren Gelegenheit haben. Bei der von mir gebrauchten Differentialbussole aber, wird der Stand der Nadel durch vortreffliche Microscope beobachtet, so dass man im Stande ist, bei gehöriger Beleuchtung Abweichungen von $4''$ bis $5''$ wahrzunehmen, wenn man den Durchschnitt des Fadenkreuzes auf einen Theilstrich der an der Nadel befestigten Theilung eingestellt hat.

155.

Die gewöhnliche Methode, den Leitungswiderstand eines Drathes zu messen, ist nun bekanntlich die: dass man den

Drath in die Kette einschaltet, den Stand der Nadel beobachtet, dann den Drath wieder entfernt, das Volt'agometer dafür substituirt und so lange dreht, bis die Nadel auf den frühern Theilstrich wieder einspielt. Dass diese Operationen mit Bequemlichkeit und Schnelligkeit ausgeführt werden können, dazu wird jeder Physiker leicht die zweckmässigste Einrichtung zu treffen wissen. Gewöhnlich wird dann noch eine dritte Beobachtung gemacht, um sich von der Unveränderlichkeit der Batterie zu überzeugen, indem die Nadel wieder einspielen muss, wenn man Statt des Agometers nun den Drath wieder einschaltet. Man sieht zunächst, dass man hier mit der Veränderlichkeit des Stromes zu kämpfen hat, die um so bedeutender ist, aus je mehr Elementen die Batterie besteht. Auch treten oft, selbst während der Beobachtung Schwankungen oder Veränderungen der absoluten Declination ein, die zu fehlerhaften Resultaten Veranlassung geben können. Nur die Beobachtungen sind eigentlich gültig, bei denen auch die terresterische Declination vor und nach der Beobachtung unverändert geblieben ist. Nicht selten mögen Irthümer dadurch vorgekommen sein, dass die Veränderung der Declination und die Schwankungen der Stromstärke sich gegenseitig compensirten.

156.

Nennen wir die electromotorische Kraft der Batterie $2E$, ihren Widerstand r, den Widerstand des Multiplicators $2m$ und den des zu messenden Drathes x, so haben wir, wenn α die Abweichung vom magnetischen Meridian ist,

I. $$\frac{2E}{r+2m+x} = \varphi(\alpha),$$

wo wir der Einfachheit wegen, $\varphi(\alpha) = \mathrm{tg}\,\alpha$ setzen wollen, indem wir annehmen, der Multiplicator habe eine solche Einrichtung, dass dieses Gesetz nahe zu Statt finde. Differentiirt man die obige Formel, so erhält man

II. $$\frac{-2E\cos\alpha^2\,\Delta x}{(r+2m+x)^2} = \Delta\alpha.$$

$\Delta\alpha$ drückt hier den Beobachtungsfehler im Ablesen des Winkels aus, welcher z. B. bei meiner Bussole $= arc\,(5'')$ und bei

der Nervander'schen Tangentenbussole $= arc\,(2')$ wäre. Soll nun der Fehler der Messung oder Δx ein Minimum werden, so muss

$$\frac{2E\cos\alpha^2}{(r+2m+x)^2} = \frac{2E}{4E^2+(r+2m+x)^2}$$

ein Maximum sein, was der Fall ist, wenn $2E = r+2m+x$ oder wenn $\operatorname{tg}\alpha = 1$. Der Fehler der Messung, der durch die Unsicherheit beim Ablesen des Winkels entsteht, wird also ein Minimum sein, wenn man die Widerstände mit einer Stromesstärke misst, die einer Ablenkung von 45° entspricht. Der leichtern Uebersicht wegen kann man die Formel II. in die folgende transformiren.

$$\text{III. } \Delta x = \Delta\alpha\left(2E + \frac{(r+2m+x)^2}{2E}\right) = \frac{\Delta\alpha\,4E}{1-\cos 2\alpha},$$

wobei das —-Zeichen, womit Δx behaftet ist, ausser Acht gelassen ist, weil dasselbe nur die Bedeutung hat, dass, wenn die Winkel wachsen sollen, x abnehmen muss. Das Minimum des Fehlers ist daher (Δx) min. $= 4E\Delta\alpha$ oder wenn $\Delta\alpha = 2'$, (Δx) min. $= 4E$. 0,00058. Für die Tangentenbussole z. B., deren sich Herr Lenz bei seinen Arbeiten bedient, ist nach dessen Angaben (*Bullet. de la cl. phys.-mathém. T. I. p.* 228) die electromotorische Kraft eines Daniell'schen Elementes also $2E = 47{,}16 \cdot \operatorname{tg} 1^0 = 0{,}8$, der Widerstand desselben ungefähr 0,5 und der Widerstand des Multiplicators nebst Zuleitungsdräthen oder $2m = 3{,}3$. Es würden daher etwa 11 Elemente nöthig sein, um, ohne irgend einen fremdartigen Widerstand eingeschaltet zu haben, eine Ablenkung der Nadel von 45° hervorzubringen; ja es wären sogar 111 Elemente nöthig, wenn man mit diesem Instrumente einen Widerstand von nur 30 Agometerwindungen mit dem Minimo des möglichen Fehlers messen wollte. Man sieht leicht ein, dass, was man einerseits an theoretischer Genauigkeit gewinnen würde, bei weitem durch die oben erwähnten Nachtheile aufgewogen wird, welche die Erwärmung der Dräthe mit sich führt. Das Maximum des möglichen Fehlers wäre in obigem Falle 0,103 Agometerwindungen. Statt der 111 Elemente, ist es gewiss zweckmässiger, nur 4 anzuwenden. Man erhält alsdann, wenn man

in die Formel III. die obigen Elemente substituirt und $2E = 3{,}2$, $2m = 3{,}3$, $r = 2$ und $x = 30$ setzt, $\Delta x = 0{,}23$ oder einen Fehler von etwa 0,8 pCt. Aber dennoch ist es mit Rücksicht auf die noch völlig unbekannten Erwärmungscoefficienten gewiss vorzuziehen, zu solcher Messung nur 1 Element anzuwenden, obgleich in diesem Falle $\Delta x = 0{,}85$ oder die Unsicherheit der Messung beinahe 3 pCt. betrüge. Ich habe diesen Gegenstand umtsändlicher erörtern wollen, weil es von Interesse ist, die Fehlergrenze, wenn auch nur in dieser bestimmten Beziehung kennen zu lernen. Bemerken will ich übrigens, dass, da bei diesen Messungen die Nadel gewöhnlich auf einen bestimmten Theilstrich eingestellt wird, der Fehler der Beobachtung oder α nur zu $1'$ oder höchstens zu $1',5$ angenommen werden kann; auch vermindert sich bekanntlich $\Delta\alpha$ und mithin auch Δx durch die Wiederholung der Beobachtung, im Verhältniss von $\frac{\Delta\alpha}{\sqrt{n}}$, wenn n die Anzahl der Beobachtungen ist. Fände man nun z. B., dass bei n Wiederholungen der Beobachtung, der wahrscheinliche Fehler des Mittels, die Fehlergrenze, welche $= \frac{\Delta x}{\sqrt{n}}$, überschritte, so hätte man alsdann unstreitig das Recht, auf das Dasein anderer Fehlerquellen zu schliessen.

157.

Eine zweite Methode zur Messung der Leitungswiderstände ist die Differentialmethode. Wir nehmen hierbei an, das Instrument, das wir im vorigen Art. vorausgesetzt haben, werde auch hier gebraucht; mit der alleinigen Veränderung, dass die beiden neben einander gewickelten Dräthe, welche den Multiplicator bilden, dort hintereinander und in derselben Richtung, hier aber neben einander und in entgegengesetzter Richtung verbunden werden. Sind die Widerstände in beiden Verzweigungen gleich, so wird die Nadel im magnetischen Meridian verbleiben, und dieses Gleichgewicht wird von der Veränderlichkeit der Batterie nicht afficirt. Gesetzt nun, in dem einen Zweige des Multiplicators, wäre der Widerstand x, in dem andern der Widerstand $x + \Delta x_1$ eingeschaltet, so erhielte man mit Beibehaltung der frühern Bezeichnungen, nach den bekannten Formeln

IV. $$\frac{E\,\Delta x_1}{(2r+m+x)\,(m+x)} = \Delta\alpha.$$ Oder

V. $$\Delta x_1 = \frac{\Delta\alpha\,(2r+m+x)\,(m+x)}{E},$$

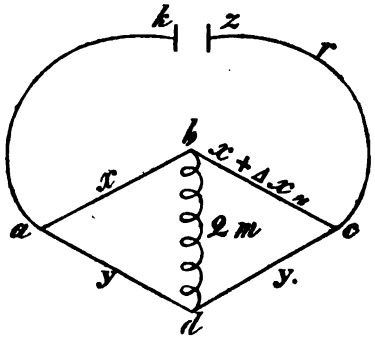
wobei Δx_1 als verschwindend klein gegen die übrigen Widerstände, die in der Kette befindlich sind, angenommen ist. Vergleichen wir nun die Differentialmethode mit der gewöhnlichen, so erhält man

VI. $$2\Delta x(2r+m+x)(m+x) = \Delta x_1\,[4E^2+(r+2m+x)^2],$$

woraus sich ergiebt, dass, abgesehen von den bereits erwähnten Nebenumständen, die Differentialmethode vor der gewöhnlichen nur so lange den Vorzug verdient, als $\Delta x > \Delta x_1$, oder als $4E^2+r^2+2m^2 > x^2+2rx$ ist. Man ersieht zugleich hieraus, dass in dem Maasse, als man dem Multiplicator eine grössere Anzahl Windungen giebt, wodurch E, und bei gleicher Form des Multiplicators auch m vergrössert wird, der Vorzug der Differentialbussole einen weitern Umfang erhält.

158.

Bei der dritten Methode endlich wird die Nadel ebenfalls im magnetischen Meridiane beobachtet, die Zweige des Multiplicators sind aber hier wieder hintereinander verbunden und die Theilung des Stromes geschieht durch die hier abgebildete Wheatston'sche oder Kirchhoff'sche Drathcombination, deren Theorie ich übrigens als bekannt voraussetze.



Substituirt man die hier bezeichneten Werthe in die von Herrn Poggendorff (Ann Bd. 67. p. 276) gegebenen Formeln No. 9 und No. 15, so erhält man, unter der Voraussetzung, dass Δx_{II} gegen x verschwindend klein sei,

VII. $$\frac{2Ey\,\Delta x_{II}}{(rx+ry+2xy)(x+y+4m)} = \Delta\alpha = i_0.$$

Da y eine ganz willkührliche Grösse ist, so frägt sich, wie der Leitungswiderstand dieser Drathzweige beschaffen sein müsse, damit diese Combination das Maximum der Empfindlichkeit gewähre, was der Fall sein wird, wenn

$$\frac{y}{(rx+ry+2xy)(x+y+4m)} = \text{Maximum}$$

oder wenn

VIII. $$y^2 = \frac{rx(x+4m)}{r+2x}.$$

Man ersieht hieraus, dass y um so kleiner ist, je kleiner r ist, oder eine je grössere Oberfläche man der Batterie giebt. Da man aber dieses sowohl als den Leitungswiderstand von y ganz in seiner Gewalt hat, so kann man $y = r$ und beide verschwindend klein gegen x annehmen, wodurch sich die Formel VII ohne einen bedeutenden Fehler zu begehen vereinfacht und in

IX. $$\frac{2E\Delta x_{II}}{3x(x+4m)} = \Delta\alpha$$

verwandelt. Vergleicht man nun diese Methode mit der Differentialmethode, so erhält man die Gleichung

X. $$\frac{2\Delta x_{II}}{3x(x+4m)} = \frac{\Delta x_I}{(m+x)^2},$$

wonach der Drathcombination vor der Differentialmethode der Vorzug gegeben werden muss, je nachdem $\Delta x_I > \Delta x_{II}$ oder $2(m+x)^2 > 3x(x+4m)$ oder $2m^2 > x^2+8mx$. Es ergiebt sich also hieraus, dass es nur so lange vortheilhaft ist, die erwähnte Drathcombination anzuwenden, als Leitungswiderstände gemessen werden sollen, die kleiner als $^1/_4\,m$ sind, oder kleiner als ungefähr $^1/_8$ des Widerstandes, den der Mul-

tiplicator darbietet, wenn die beiden Zweige desselben hinter einander verbunden sind.

159.

Der bessern Uebersicht wegen will ich hier die Resultate der vorhergegangenen Untersuchungen zusammenstellen, wonach

I. für die gewöhnliche Methode

$$\Delta x = \left(\frac{4E^2 + (r + 2m + x)^2}{2E}\right)\Delta\alpha,$$

II. für die Differential-Methode

$$\Delta x_1 = \frac{(2r + m + x)(m + x)}{E}\Delta\alpha,$$

III. bei Anwendung der Drathcombination

$$\Delta x_{II} = \frac{(rx + ry + 2xy)(x + y + 4m)}{2Ey}\Delta\alpha,$$

wo Δx das von der Genauigkeit der Beobachtung $\Delta\alpha$ abhängige Maximum des möglichen Fehlers in der Bestimmung der Leitungswiderstände bedeutet. y ist wie gesagt zwar eine willkührliche Grösse, die, wenn man sich nur eines galvanischen Elementes von grosser Oberfläche bedient, meist als verschwindend klein in Rechnung gebracht werden kann, bei der es aber doch unter Umständen erforderlich sein wird, sie der oben gegebenen Formel (VIII) entsprechend einzurichten.

160.

Da, wie wir schon oben erwähnt haben, die gewöhnliche Methode an den Uebelständen leidet, welche eine, wenn auch nur geringe Veränderlichkeit der Kette mit sich führt, ausserdem aber bei der Beobachtung im Meridiane, ohne besonders grosse constructive Schwierigkeiten, eine ungleich grössere Schärfe, durch feststehende Microscope erlangt werden kann, so ist eigentlich nur die Rede davon, unter den beiden letzterwähnten Methoden die zweckmässigste Wahl zu treffen. Wir haben schon oben gesehen, dass die Differentialmethode in Bezug auf die Grösse der zu messenden Leitungswiderstände einen viel grössern Umfang hat, als die Drath-

combination. Aber man hat es der Differentialmethode zum Vorwurfe gemacht, dass sie nur unter der Bedingung genaue Resultate giebt, wenn die beiden Paralleldräthe vollkommen symetrisch angeordnet sind. Die Erfüllung dieser Bedingung hat allerdings grosse Schwierigkeiten und hängt gewissermassen vom Zufalle ab. In der That habe ich schon früher (Art. 79) erwähnt, dass meine Differentialbussole einen kleinen Ausschlag giebt, wenn die beiden Paralleldräthe in entgegengesetzter Richtung fortlaufend mit einander verbunden werden. Indessen wird dieser Fehler vollständig beseitigt, wenn man sich der a. a. O. beschriebenen Methode bedient, welche die Borda'sche genannt werden kann, obgleich der Erfinder sie nur auf Wägungen angewandt hat. Diese Methode erfordert bekanntlich zwei Beobachtungen Statt einer, und in unserm Falle ein doppeltes Volt'agometer. Wenn indessen eine Reihe von Widerständen gemessen werden soll, die wenig von einander abweichen, so kann man sich das Verfahren auf folgende Weise so erleichtern, dass es nicht nöthig ist, in derselben Reihe mehr als eine Messung zweimal zu wiederholen. In den Paralleldrath I. schaltet man nämlich ein Volt'agometer und einen Drath R ein, dessen Widerstand wo möglich der grösste in der zu messenden Reihe sei; in den Paralleldrath II. aber ein anderes Agometer, das so lange gedreht wird, bis die Nadel wieder einspielt, und das gewissermassen als constantes Gegengewicht dient. Entfernt man nun R und stellt durch Drehen des ersten Volt'agometers z. B. bis auf x, das Gleichgewicht wieder her, so hat man genau $R = x$. Hier waren also zwei Beobachtungen nöthig. Dreht man nun das erste Agometer auf seinen Nullpunkt wieder zurück und schaltet nach und nach die Widerstände $R_{,}$ $R_{,,}$ $R_{,,,}$ u. s. w. ein, so wird man zur Herstellung des Gleichgewichts, das Agometer nur um geringe Quantitäten $\Delta_{,}$ $\Delta_{,,}$ $\Delta_{,,,}$ u. s. w. zu drehen brauchen. Man erhält demnach schon durch eine Beobachtung $R_{,} + \Delta = x$ und $R_{,} = x - \Delta_{,}$, $R_{,,} = x - \Delta_{,,}$, $R_{,,,} = x - \Delta_{,,,}$ u. s. w.

161.

Indessen hat es auch keine Schwierigkeit, für den Fehler des Multiplicators die Correction k zu finden. Misst man näm-

lich einen Widerstand x erst in dem einen Paralleldrathe, dann in dem andern, so erhält man die Gleichungen

$$p = kx \text{ und}$$
$$x = kq$$

und daraus $x = \sqrt{pq}$ und $k = \sqrt{\frac{p}{q}}$ wo p und q die respectiven Angaben des Agometers sind. Oder man misst den Widerstand x erst nach der Borda'schen Methode und dann so, dass man ihn in einen Zweig und das Volt'agometer in dem andern Zweig des Multiplicators einschaltet, wodurch man sogleich $k = \frac{p}{x}$ oder $k = \frac{x}{q}$ erhält. Man wird natürlich diesen Coefficienten k nicht bloss aus einer Messung bestimmen, sondern aus mehreren und nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnen. Ein Beispiel dieser Bestimmung ist Art. 166 Tabelle III. gegeben.

162.

Ganz dasselbe Verhältniss nun findet auch bei Anwendung der Drathcombination Statt. An die Stelle des Fehlers im Multiplicator tritt hier die Ungleichheit im Widerstande der durch y bezeichneten Zweigdräthe ad und dc, die, ungeachtet einer möglichsten Gleichheit der Dimensionen beider Dräthe, um so weniger ausser Acht gelassen werden darf, als es schwieriger ist, diese Widerstände ihrer Kleinheit wegen mit der nöthigen Genauigkeit auf directe Weise zu bestimmen. Man wird demnach auch hier seine Zuflucht zu der Borda'schen Methode und ihren Erleichterungen nehmen müssen, oder durch eine Anzahl Beobachtungen das Verhältniss $\frac{ad}{dc} = \sqrt{\frac{p}{q}}$, wie früher, ein für allemal bestimmen müssen. Wir sehen also hieraus, dass auch in Bezug auf eine grössere Einfachheit die Drathcombination keine Vorzüge vor der Differentialmethode darbietet.

163.

Die Drathcombination indessen bietet den unschätzbaren Vortheil dar, durch beliebige Abänderung des Verhältnisses

$\frac{ad}{dc}$ extreme Widerstände oder solche messen zu können, die ihrer Kleinheit wegen, innerhalb der Beobachtungsgrenze liegen, oder die so gross sind, dass sie die gemessenen Widerstände, die man zu seiner Disposition hat und die zur Vergleichung dienen, überschreiten. Es ist nämlich einleuchtend, dass, wenn man eine Bestimmung nach der Borda'schen Methode machen will, man immer zweier, dem zu messenden Drathe equivalenten Drathlängen bedarf, wovon die eine bekannt und in den gewählten Einheiten ausgedrückt sein muss. Dagegen versteht es sich, dass bei einer grossen Differenz der Dräthe *ad* und *dc* ihr Verhältniss auch aus einer desto grössern Anzahl Messungen abgeleitet werden muss. Ein Beispiel in Bezug auf die Messung kleiner Widerstände habe ich selbst schon früher gegeben (*Galv. u. electrom. Versuche, 2te Reihe, 1ste Abth., Art. 22, Bull. scient. T. V, No. 6*).

164.

Bei gewöhnlichen Galvanometern würde es schwierig sein, sich die eben erwähnte Bequemlichkeit zn verschaffen, man müsste denn den Multiplicator aus einer grossen Anzahl Drathverzweigungen bestehen lassen und diese dem Bedürfnisse gemäss combiniren. Ich befinde mich indessen schon seit längerer Zeit im Besitze eines Spiegelinstruments, zu dessen Aufstellung und Prüfung ich aber bis jetzt noch keine Gelegenheit hatte. Dasselbe besitzt zwei Multiplicatorrollen, die unabhängig von einander sind und die leicht in verschiedene Entfernungen von der Bussole geschoben werden können. Indem die Einwirkung der Multiplicatorrollen auf die Nadel, je nach der Entfernung derselben vom Aufhängepunkte verschieden ausfällt, erhält dieses Instrument, wenn man damit Bestimmungen nach der Differentialmethode macht, den zuletzt erwähnten Vortheil der Drathcombination.

165.

Ich habe schon oben Art. 146 erwähnt, dass ich es für unzweckmässig halte, dem Volt'agometer einen grossen Umfang zu geben. Die Länge der Quecksilberröhren ist daher auf 9″ beschränkt worden, so dass der ganze Umfang des Instru-

ments nur bis zum Widerstande eines Platindraths von 18″ Länge und 0″,0355 Durchmesser reicht. Auf einer solchen Länge haben Versuche eine vollkommne Gleichförmigkeit des Drathes ergeben, so dass die Widerstände den Drathlängen proportional sind. Als Einheit ist daher 1″ des erwähnten Platindrathes angenommen. Mit Hülfe dieses Quecksilberagometers ist nun das 1ste System von 11 Hülfsdräthen bestimmt, die vorher so abgemessen waren, dass der Widerstand jedes derselben ungefähr 16″ Platindrath aequivalent war. Ein 2tes, 3tes und 4tes System besteht jedes ebenfalls aus 11 Dräthen, von denen jeder respective ungefähr 160, 1600 und 16000 Einheiten Widerstand besitzt, so dass eins dieser Systeme immer durch Hülfe des vorhergehenden bestimmt werden kann. Der ganze disponible Widerstand wird demnach, wenn die Messungen der beiden letzten Systeme gemacht sein werden, ungefähr 195,000 Zoll Platindrath der angegebenen Dicke oder 391,000 Fuss Kupferdrath von 0″,0643 Durchmesser aequivalent sein. Die zu diesen Widerstandssystemen angewandten Dräthe bestehen aus Neusilber, sind doppelt mit Baumwolle besponnen, nachher durch geschmolzenes Wachs gezogen und auf kleine Rollen aufgewickelt, die hernach in einen gemeinschaftlichen Kasten befestigt und mit Gambey'schen Kitt vergossen sind. Die Ende der Dräthe sind an Platten befestigt, welche mit Klemmschrauben versehen sind, um die nöthigen Verbindungen herzustellen. Ich habe keine Zeichnung der von mir getroffenen Anordnung gegeben, weil solche Einrichtungen den verschiedenen Bedürfnissen gemäss auf mannichfaltige Weise abgeändert werden können.

166.

Zum Schlusse erlaube ich mir, mehrere zu verschiedenen Zeiten gemachte Beobachtungsreihen mitzutheilen, um danach den Grad der Genauigkeit der mit dem Quecksilber-Volt'agometer angestellten Messungen beurtheilen zu können. In den Tabellen I. und II. sind die zu den beiden ersten (Art. 165) Widerstandssystemen gehörigen Leitungswiderstände zusammengestellt; in der Tabelle III. ist aus 2 Reihen Messungen des 2ten Widerstandssystems, der Correctionscoefficient für

den Multiplicator (Art. 161), nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet.

Tab. I.

Nummer der Drathrolle.	I. Reihe, angestellt am 6ten August 1848.	II. Reihe, angestellt am 31. März 1847.	III. Reihe, angestellt am 9ten October 1848.	IV. Reihe, angestellt am 8. November 1848.	Mittel aus den 4 Reihen.
1	15,93	15,93	15,92	15,94	15,9300
2	15,82	15,80	15,79	15,78	15,7975
3	15,65	15,63	15,61	15,60	15,6225
4	15,90	15,91	15,89	15,89	15,8975
5	15,83	15,82	15,84	15,82	15,8275
6	16,09	16,10	16,08	16,08	16,0875
7	15,91	15,93	15,94	15,92	15,9250
8	16,03	16,02	16,02	16,00	16,0175
9	15,48	15,43	15,48	15,42	15,4525
10	15,79	15,76	15,76	15,73	15,7600
11	15,89	15,85	15,83	15,84	15,8525
Summe	174,32	174,18	174,16	174,02	174,17

Tab. II.

Nummer der Drähte.	I. Reihe, angestellt am 31. März 1847.	II. Reihe, angestellt am 11. Oct. 1848.	III. Reihe, angestellt am 31. Dec. 1848.	Mittel aus den 3 Reihen.
12	159,72	159,59	159,54	159,62
13	159,01	159,00	158,97	158,99
14	156,32	156,30	156,28	156,30
15	158,13	158,18	158,17	158,16
16	159,30	159,28	159,33	159,30
17	157,36	157,41	157,37	157,38
18	157,52	157,58	157,57	157,56
19	156,29	156,33	156,34	156,32
20	158,41	158,41	158,42	158,41
21	158,65	158,77	158,76	158,73
22	158,25	158,30	158,35	158,30
Summe	1738,96	1739,15	1739,10	1739,07

Tab. III.

Nummer der Drähte.	Nach den Borda'schen Methode. x.	Durch einfache Messung. p.	Berechnung. $x' = 0{,}99900833\,p$.	Differenz. $x - x'$.
12	159,54	159,88	159,53	+ 0,01
13	158,97	159,34	158,99	— 0,02
14	156,28	156,59	156,25	+ 0,03
15	158,17	158,49	158,15	+ 0,02
16	159,33	159 64	159,33	± 0,00
17	157,37	157,69	157,35	+ 0,02
18	157,57	157,91	157,57	± 0,00
19	156,34	156,69	156,35	— 0,01
20	158,42	158,79	158,44	— 0,02
21	158,76	159,12	158,44	— 0,01
22	158,35	158,71	158,36	— 0,01

Hierbei will ich bemerken, dass alle Messungen der Tab. I. und II. mit der öfters erwähnten Differentialbussole, nach der sogenannten Borda'schen Methode angestellt worden sind. Nur bei der 4ten Reihe der Tab. I. wurden beide Multiplicatordräthe hintereinander verbunden und die Drathcombination eingeschaltet, um die Nadel im magnetischen Meridiane beobachten zu können. Indessen wurde auch hierbei die Borda'sche Methode mit den oben erwähnten Abkürzungen angewandt.

167.

Aus der Tab. I. berechnet sich nun der wahrscheinliche Fehler jeder Beobachtung zu $0''{,}012$ und der wahrscheinliche Fehler des Mittels zu $\frac{0''{,}012}{\sqrt{4}} = 0''{,}006$. Aus der Tab. II. aber ergiebt sich der wahrscheinliche Fehler jeder Beobachtung $0''{,}029$ und der wahrscheinliche Fehler des Mittels zu $\frac{0''{,}029}{\sqrt{3}} = 0{,}017$. Lässt man indessen die besonders abweichende erste Beobachtung der Tab. II. weg, so erhält man als wahrscheinlichen Fehler jeder Beobachtung $0''{,}023$ und als wahrscheinlichen Fehler des Mittels $0''{,}0135$. Die Summen sind bei

den Beobachtungen der Tab. I. mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0″,082 und das Mittel mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0″,041 behaftet. Aus der Tab. II. ergeben sich diese Fehler respective zu 0″,067 und 0″,040. Erwähnen will ich, dass bei Bestimmung der Drathrollen No. 12 — No. 22 die mittlere Summe des Widerstandes der Drathrollen No. 1 — No. 10 mit 158,32 in Rechnung gebracht worden ist. Ich habe die Beobachtungen beider Reihen absichtlich nicht mit einander vermischt, weil, wie aus den oben gegebenen Formeln hervorgeht, die Genauigkeit mit der Grösse der Widerstände abnimmt; und so beträgt denn in der That der wahrscheinliche Fehler des 2ten Widerstandssystems mehr als das Doppelte des wahrscheinlichen Fehlers des 1sten Systems. Die Beobachtungen jedes Systems für sich dagegen konnten zusammengefasst werden, weil die Unterschiede im Widerstande der einzelnen Drathrollen zu gering sind, um in Bezug auf die Genauigkeit von irgend einem Einflusse zu sein. Aus der 5ten Columne der Tab. III. ergiebt sich der wahrscheinliche Fehler jeder Beobachtung nur zu 0″,01139. Derselbe liegt also durchaus in den Grenzen der Genauigkeit, womit die Scale abgelesen werden kann.

168.

Der wahrscheinliche Fehler von 0″,006, wie wir ihn oben gefunden haben, erscheint unglaublich gering, wenn wir ihn mit den Messungen vergleichen, welche durch das gewöhnliche mit Neusilberdrath bewickelte Volt'agometer angestellt werden. Da nemlich nach einer gemachten Vergleichung ungefähr 35″ meines Platindrathes einer Windung meines Volt'agometers aequivalent sind, so wäre der wahrscheinliche Fehler 0″,006 = 0,00017 Windungen des Volt'agometers, eine Genauigkeit, die sich mit dem letztern Instrumente nie wird erreichen lassen. Drückt man die wahrscheinlichen Fehler in Theilen des gemessenen Widerstandes aus, so erhält man für die I. Tabelle 0,006 : 16 = 0,00038 und für die II. Tabelle 0,0135 : 160 = 0,000084. Indessen ist es keinesweges leicht geworden, eine solche dem gegenwärtigen Standpunkte der Galvanometrie mehr als genügende Genauigkeit zu erlangen. Da

nämlich meine Bussole den Erschütterungen jedes vorbeifahrenden Wagens ausgesetzt ist, auch die Nadel schon wahrnehmbare Ablenkungen erfährt, wenn ein Wagen vor dem Hause hält oder kleine Truppenabtheilungen mit Gewehren und aufgesteckten Bajonetten vorbeigehen, so konnten die Beobachtungen nur des Nachts oder zur Winterzeit, nach gehörigem Schneefalle, angestellt werden. Bei weitem störender bei diesen Beobachtungen aber sind die Variationen des terrestrischen Magnetismus und namentlich der Declination, die nicht selten eine scharfe Messung geradezu unmöglich machen und ein äusserst zeitraubendes Abwarten erfordern, indem nur solche Messungen notirt werden dürfen, bei denen nach Aequilibrirung der Dräthe durch das Volt'agometer, die Nadel genau wieder auf das Fadenkreuz zeigt, das vor dieser Aequilibrirung jedesmal in den magnetischen Meridian eingestellt wird. Erkundigungen, die ich nach solchen Störungen öfters auf der hiesigen im Bergcorps befindlichen magnetischen Station einzog, ergaben dann, dass auch dort solche Störungen beobachtet worden waren, so dass andere zufällige Umstände, auf die ich anfangs bei meiner Bussole vermuthete, bei diesen Variationen nicht im Spiele waren.

Ich kann nicht unterlassen, es dankbarlichst zu erwähnen, wie sehr mir der Herr Dr. Moritz aus Dorpat bei einem Theile dieser Beobachtungen behülflich gewesen ist.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. VIII. No.* 1, 2)

$\frac{\text{26 Janvier}}{\text{7 Février}}$ 1849.

Note sur le thermomètre de l'Académie del Cimento, par A. MORITZ.

Par la découverte d'un grand nombre de thermomètres de l'Académie del Cimento, faite à Florence en 1830, et par la comparaison des échelles arbitraires de ces instruments avec les thermomètres actuellement en usage, les observations météorologiques les plus anciennes sont devenues comparables à celles de nos jours, — grâce aux efforts de M. Libri. Or, la munificence de Mgr. le Grand-Duc de Toscane ayant fourni de ces reliques précieuses à plusieurs corporations scientifiques, c'est le thermomètre actuellement en possession de l'Académie de St.-Pétersbourg que M. Kupffer a bien voulu me confier et que je vais décrire.

Le thermomètre en question n'étant encore représenté nulle part, j'ai tâché à en faire le dessin en grandeur naturelle avec les soins les plus minutieux. Il est rempli d'un liquide incolore (d'alcool?) et les degrés y sont marqués par 50 gouttelettes de verre opaque, soudées sur le corp de la tige, dont 45 sont noires, les autres cinq, qui indiquent les multiples de dix, étant blanches. Le thermomètre a été fabriqué par un artiste verrier très-habile, vu que la boule est tout-à-fait sphérique, que le tuyau se ferme d'en haut par une calotte très-régulière et que ni cette calotte ni les gouttelettes de verre n'ont porté dommage à la forme cylindrique de la tige. Voilà donc l'échelle marquée sur le tube lui-même, introduite déjà dans les thermomètres primitifs. On sait que ces échelles ont été rejetées depuis par les physiciens les plus distingués, à cause de la parallaxe inévitable dans les lectures, et qu'elles

ont été reprises de nos jours par M. Regnault et d'autres pour les recherches thermométriques les plus subtiles. Mais tandis que les traits extrêmement minces et la lecture à l'aide d'une lunette à axe optique horizontal permettent à M. Regnault d'apprécier les vingtièmes ou même les cinquantièmes des divisions : la forme et la distance plus ou moins irrégulière des gouttelettes de l'ancien thermomètre laissent une incertitude très considérable dans les observations de Raineri et de Borelli. C'est cette irrégularité que l'on voit dans la Fig. 1, qui représente une coupe, tranchante les divisions, et dans la Fig. 2, où les gouttelettes de l'échelle se trouvent de l'autre côté et forment des parties opaques, qui sont beaucoup plus larges que les intervalles transparents qui les séparent. Aussi les points de la division s'écartent-ils sensiblement de la ligne droite, ce qui variait probablement dans les différents exemplaires. Le liquide thermométrique étant l'alcool, la capillarité lève les bords de la colonne d'un quart de degré à peu près (de l'échelle cinquantésimale) par rapport au milieu, et il s'agit de savoir, si les physiciens du XVII siècle observaient le sommet du ménisque renversé ou bien sa base. Ces circonstances tendent à déprimer, tant soit peu, les idées exagérées qu'on est tenté à se former sur le mérite de ces

Fig. 1.

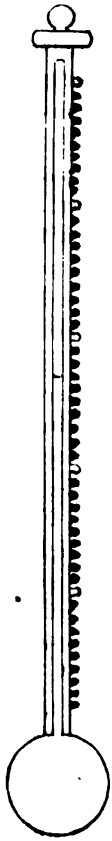


Fig. 2.

thermomètres, en lisant la notice qu'en a donnée M. Libri *). En effet cet illustre savant, ayant déterminé le zéro (ou plutôt l'un) et le cinquante de l'ancienne échelle, correspondants à — 15° R. et à + 44° R., croit pouvoir déduire des observations du XVII siècle la même température moyenne que nous donnent celles du XIX siècle, pour Florence; puis il soutient, que la température de la glace fondante soit représentée par le chiffre 13,5 *moins une petite quantité négligeable*; en dernier lieu, en comparant la température de la glace fondante trouvée par les Académiciens del Cimento à la valeur déterminée par ses propres expériences, il nous fait remarquer que le zéro de l'ancien thermomètre n'a point subi de déplacement **).

Pour comparer le dit instrument de notre Académie à un thermomètre centésimal de mercure, je l'ai plongé entièrement dans l'eau ou dans un mélange réfrigérant, en le mettant dans la posiſion représentée dans la Fig. 1. Or, j'admets le centre de la gouttelette comme repère du degré, et je l'ai déterminé en dirigeant une lunette à axe optique horizontal vers l'image de son objectif qui se présente comme point lumineux dans la gouttelette. Quant à la colonne d'alcool, j'observais toujours le sommet renversé du ménisque, car c'est lui qui se trouve exactement à 13,5 divisions, si l'appareil est entouré de la glace fondante.

La comparaison faite pour les degrés entiers du thermomètre cinquantésimal m'a donné les chiffres contenus dans la table suivante:

---

*) *Ann. de Chim. et de Phys. XLV*, 384; *Pogg. Ann. XXI*, 325; *Fechner Repert. II*, 441, *III*, 128.

**) Il est connu que ce déplacement est à l'ordinaire une quantité très petite dans les thermomètres soigneusement confectionnés qui ne vont pas jusqu'au point de l'ébullition de l'eau et, à ce qu'il parait, tout-à-fait imperceptible pour quelques espèces de verre. J'ai eu l'occasion de l'observer très souvent dans les thermomètres en verre de France et quelquefois dans ceux en verre d'Allemagne. Mais M. Hess m'assure, que dans sa grande collection de thermomètres, dont les tiges sont faites à la verrerie d'Alexandrovsk près de St.-Pétersbourg, il n'y a pas

Therm. ancien.	Therm. centésim.	Therm. de Réaum.	Therm. ancien.	Therm. centésim.	Therm. de Réaum.	Therm. ancien.	Therm. centésim.	Therm. de Réaum.
1	— 19,0	— 15,2	17	5,4	4,3	34	29,8	23,8
2	— 17,4	— 13,9	18	6,9	5,5	35	31,2	25,0
3	— 15,8	— 12,6	19	8,3	6,6	36	32,5	26,0
4	— 14,2	— 11,4	20	10,1	8,1	37	34,0	27,2
5	— 12,6	— 10,1	21	11,6	9,3	38	35,5	28,4
6	— 11,6	— 9,3	22	13,0	10,4	39	37,4	29,9
7	— 9,8	— 7,8	23	14,5	11,6	40	38,9	31,1
8	— 8,3	— 6,6	24	16,9	13,5	41	40,5	32,4
9	— 6,9	— 5,5	25	18,6	14,9	42	41,5	33,2
10	— 5,4	— 4,3	26	19,6	15,7	43	42,9	34,3
11	— 3,9	— 3,1	27	21,1	16,9	44	43,7	35,0
12	— 2,2	— 1,8	28	22,2	17,8	45	45,3	36,2
13	— 0,9	— 0,7	29	23,1	18,5	46	46,7	37,4
13,5	∓ 0,0	∓ 0,0	30	24,5	19,6	47	47,9	38,3
14	+ 0,9	+ 0,7	31	25,9	20,7	48	49,4	39,5
15	2,2	1,8	32	27,1	21,7	49	50,9	40,7
16	3,8	3,0	33	28,4	22,7	50	52,7	42,2

Il s'entend que cette comparaison n'est qu'individuelle et qu'elle ne peut guère servir de base pour les calculs des observations anciennes. Cependant, en admettant un accord parfait entre les indications des points extrêmes des différents thermomètres cinquantésimaux et ayant mesuré les distances entre les repères, on peut transformer la table précédente en une autre, qui corresponde à un thermomètre moyen del Cimento, c. a. d. à un thermomètre semblable au nôtre, mais dont l'échelle n'est pas sujette aux irrégularités accidentelles. A l'aide de cette table on pourrait exprimer les observations

un seul, dont le zéro ait monté d'une quantité visible, pas même au microscope, quoique les points fixes eussent été déterminés, pour la première fois, immédiatement après la confection de l'instrument, et malgré les températures très différentes, auxquelles il a exposé ses thermomètres.

anciennes en degrés centésimaux. Mais comme il est à craindre que l'accord mentionné n'a pas lieu pour la division 50, vu que M. Libri trouve 50 div. = 44° R., tandis que nous ayons trouvé 50 div. = 42,2° R., nous remettons un calcul ultérieur jusqu'à la publication de recherches détaillées sur les autres exemplaires retrouvés des thermomètres de l'Académie del Cimento.

(Tiré du *Bull. phys.-mathém. T. VIII. No.* 2.)

zu wenden. Derselbe wenig bekannte Weg wurde auch auf der Rückkehr nach Kanin zurückgelegt, von Pudosch weiter nördlich gegangen und auf diese Weise der ganze Onegasee umkreist.

Den weiten Ebenen des Bergkalks an der Onega und Dwina konnte nur flüchtige Aufmerksamkeit geschenkt werden, doch wurde auch in der Nähe der Heerstrasse viel gesammelt.

Ein vierzehntägiger Aufenthalt in Archangel, — welchen die Vorbereitungen zur Reise nach Kanin und das, von der Akademie unterstützte Ansuchen um Beigebung eines Topographen, nöthig machte — veranlasste Ausflüge zu den Dwinainseln, der Isakowa Gora (Isaaks Berg) und der Brussowiza. An letzterm Flusse wurden Sandsteinschichten, die wahrscheinlich auch der Formation des Bergkalks angehören, und bei Metschka sehr wenig entwickelte tertiäre Lagen aufgefunden, ausserdem in botanischer und zoologischer Beziehung nach Kräften gesammelt.

An der Pinega lieferte der versteinerungsreiche Bergkalk, die ihn begleitenden Gypse und der Permische Zechstein, dankbare Beschäftigung; erwähnungswerthe Punkte sind namentlich die Belaja Gora (Weisser Berg), Krassnaja Gora (Rothberg) und Ustjoshuga. Auch in der Taibala (Wildniss, Urwald) zwischen Ustjoshuga und dem Mesenflusse wurden noch Kalkmergel angetroffen, nach denen der bekannte petrefactenleere rothe Thon in langweiliger Einförmigkeit, bis in die Nähe der Stadt Mesen, vorherrschend auftritt. Am Kuloj-Flusse beschäftigten mich der Höhlengyps und die Salzsoolen an der nördlichen Gränze desselben. Weiter flussabwärts bis Dolgoje Schtschelje, und am Apowsky und Maslännoj Noss vorüber bis zur Stadt Mesen wurde die Tour um den Landstrich geschlossen, welchen der Kuloj, die Mesener Bucht, der Mesenfluss, die beiden Ioshugas und die Pinega umgeben, und hoffe ich, dass auch bei diesen Arbeiten nicht nur früher Bekanntes zu Tage gefördert werden möchte.

Von Semscha (66° 10′ Breite) wurde die Westküste der Halbinsel Kanin zu Wasser verfolgt, der Schemachowskysche Hügelzug genauer untersucht und am Ludowatoj Noos (67° 30′ Breite) das erste anstehende Gestein gefunden. An der

rer und das, unter dem Namen Solomensky Fels bekannte, Conglomerat, bot en dann am Westufer des Onegasees bis Petrosawodsk, mit ihren Beziehungen zum Diorit, ein wenig bearbeitetes, und für die Beleuchtung der Theorie von den metamorphischen Gesteinen, nicht unwichtiges, Material dar. — Von Petrosawodsk bis Tiwdija und weiter bis Powenetz gesellen sich zu den genannten Felsarten noch Glimmer-, Chlorit-, Thonschiefer, Marmor und Dolomit, deren Untersuchung, ferner Asarbildungen, Fluthschrammen, Gebirgs- und Flussvertheilung, Aufschlüsse über die Beckenbildung des Onegasees und die letzte Fluth gaben.

Dieser Landstrich konnte auch nicht bereist werden, ohne den vorhandenen Berg- und Hüttenbetrieb und die Ueberreste desselben aus Peters des Grossen Zeit — in der man hier ein neues Peru gefunden zu haben glaubte — zu berücksichtigen.

Oestlich von Powenetz wurde eine, in neuerer Zeit eröffnete und wieder verlassene Goldwäsche besucht und dann das, geognostisch zum Theil ganz unbekannte Ostufer des Onegasees, ingleichen mehre Inseln desselben untersucht. Ausser neuen Beobachtungen konnten die Gränzen der krystallinischen Gesteine, dann der Devonischen und Bergkalkformation berichtigt und die, im Innern des Landes, nach Osten hin letzten, zum vollständigen Bilde nur noch mangelnden Fluthschrammen aufgenommen werden.

Das Resultat dieser Arbeiten ergänzt die Erklärung der, am Westufer des Sees stattgehabten Vorgänge und wird vielleicht den Streit über allmählige oder plötzliche Hebung Scandinaviens, Finnlands etc. schlichten helfen. — Ausserdem gab es hier in historischer, ethnographischer, technischer und ökonomischer Beziehung, manches bisher gar nicht, oder kaum Bekanntgewordene, das nicht unberücksichtigt gelassen werden konnte, und erwähne ich nur der Ueberbleibsel verschiedener Religionssekten, der Bilderschriften an der Teufelsnase (Бѣсовъ носъ) und der, für unsere Residenz so wichtigen Producte des Mineralreichs dieser Provinz.

Auf der Hinreise verliess ich, von Süden kommend, bei Pudosch die Umgebung des Sees um mich nach Kargopol

den kann, als bis diese Küste von einem Naturforscher besucht und nicht wie bisher nach Berichten der Pomori verzeichnet wurde.

Das Resultat dieser Reise wäre ein kleiner Beitrag zur Kenntniss des grossen östlich vom Ural und westlich von den letzten Marken der scandinavischen krystallinischen Gesteine begränzten Beckens, dessen allgemeinste Betrachtung uns von den, mit Tundra bedeckten Küsten des Eismeeres, zu den Steppen Russlands und dem Kaspischen und Schwarzen Meere führt, und in der Wüste Arabiens etc. vielleicht ein Analogon auf der südlichen Hemisphäre hat.

Nachdem ich nun auf einer Reise von mehr als 6000 Werst einige Gelegenheit gehabt die nördlichen Gouvernements kennen zu lernen, schliesse ich mit der Bemerkung dass der Geognost in ihnen noch immer ein dankbares Feld der Forschung finden wird und namentlich eine Reise vom Nordrande des Ladogasees zur Onegabai, dann die genauere Untersuchung der Inseln dieses Busens und der Küste des weissen Meeres bis Archangel, des Simnij Bereg, ferner der Ostküste der Tscheskaja Guba vom Barmin Noss und von hier ein Durchschnitt nach Kirilow zu, sehr wünschenswerth wäre, und in einem Sommer mit geringem Kostenaufwande hergestellt werden könnte.

Februar 1849.

(Aus dem *Bullet. phys.-mathém. T. VIII. No.* 3.)

$\frac{10}{22}$ August 1849.

Ueber die fabrikmässige galvanische Vergoldung im Grossen und über einige dabei gemachte technisch-wissenschaftliche Beobachtungen, von MAXIMILIAN HERZOG VON LEUCHTENBERG.

Ich versprach früher, der Verehrlichen Kaiserlichen Akademie von Zeit zu Zeit über die Leistungen der hiesigen galvano-plastischen Anstalt Mittheilungen zu machen.

Es sind nun drei Jahre her, seitdem die galvanische Vergoldung nach einem grössern Maasstabe als es früher geschah in Anwendung gebracht wurde. Im Jahre 1845 machte ich meine Methode bekannt, auf sicherm, bequemen und praktischen Wege die Quantität des verbrauchten Goldes und Silbers kennen zu lernen *). Diese Erfahrungen waren ausreichend, um die Vergoldung von beinahe 4000 Adlern, welche damals in Gang kam, mit Sicherheit übernehmen zu können. Diese Adler sollten als Verzierung für die Cuirassirhelme dienen, waren in galvanischem Kupfer ausgeführt, und bildeten zusammen einen ungefähren Flächenraum von 20,000 Quadrat-Werschok, eine Fläche, die damals bedeutend schien. Ausserdem ging die Vergoldung einer Menge bronzener Luxusartikel ihren Gang. — Doch gegen das Ende des Jahres 1846

*) Verfahren bei Vergoldung und Versilberung auf galvanischem Wege die Quantität des angewandten Goldes und Silbers kennen zu lernen. *Bull. phys.-math.* T. V. p. 28 — 30.

stand der Anstalt eine viel grössere Arbeit bevor, nämlich die Vergoldung der für die Isaakskirche bestimmten Capitäler und Basen. Zu einer solchen Vergoldung reichte die blosse Kenntniss des niedergeschlagenen Goldes nicht mehr hin. Die Vergoldung musste gleichfarbig sein, der Goldgehalt gleichmässig vertheilt werden, dabei aber die Arbeit einfach und leicht bleiben. Zu diesem Ende machte ich eine Reihe Versuche, die in meinen »Beiträgen zur galvanischen Vergoldung« bekannt gemacht wurden. Auch blieben vor Beginn dieser bedeutenden Arbeit noch einige mechanische, aber nicht minder wichtige Vorbereitungen zu treffen übrig. Wenn ich hier in einige nicht wissenschaftliche Beschreibungen eingehe, so geschieht es, um im Allgemeinen die Grösse der Leistungen des vergoldenden Laboratoriums zu zeigen.

Es waren 204 Paar oder 408 Stücke bronzene Capitäler so wie Basen, von einem Einzelgewichte zwischen 65 Pud und 7 Pud 10 Pf., und einem Gesammtgewichte von 7200 Pud oder 115,200 Kilogr. zu vergolden. Die Höhe der grössesten Capitäler und die Durchmesser der weitesten Basen waren 1 Arschin $14^1/_2$ Wers. und 1 Arschin $9^5/_8$ Wers. Dazu waren mehrere Kisten nöthig, wovon eine jede 5000 Liter Goldflüssigkeit enthalten sollte. Der bedeutende Werth, welcher sich auf diese Weise in jeder Kiste befinden musste, machte es nöthig, dieselben mit Umsicht zu construiren. Man nahm also eine mit dickem Kautschuck gefütterte Brettkiste, stellte dieselbe in eine etwas grössere mit Blei ausgeschlagene Kiste, goss auf den Boden der letzteren und in die Zwischenräume an den Seiten gelbes Wachs und umgab diese doppelte Kiste mit $1^1/_2$zolligen Brettern, um sie vor Beschädigung zu schützen. Diese solchergestalt construirten Kisten wurden je zu zwei um einen grossen beweglichen Krahn gestellt, mit welchem die Bronze-Stücke an kupfernen Ketten aufgehoben und nach Belieben durch zwei Mann in eine der Kisten oder auf den gegenüberstehenden Waschtisch gebracht wurden.

Als Batterien wurden die von mir bekanntgemachten Coaks-Eisen-Batterien angewandt. Neben jeder der grossen Kisten befanden sich acht Paar derselben, welche blos jeden Montag geladen, und die Woche hindurch nur aufgefrischt wurden,

d. h. man befeuchtete den Coaks mit Salpetersäure. Um den, bei dem beständigen Gebrauch so vieler solcher Batterien, unvermeidlichen Geruch von salpetrichter Säure zu verhindern, wurden zu 4 Paar in bretterne Kistchen gestellt, welche mit doppeltem Deckel versehen waren. Auf dem innern durchlöcherten Deckel stand eine Schaale mit Aetzkaliauflösung.

Die Goldauflösungen wurden nach meiner frühern Angabe zu 8 bis 10 Gr. per 1 Liter regulirt. Das nöthige Cyankalium wurde täglich pudweis in der Anstalt selbst bereitet. Ebenso geschah es, dass oft 20 — 30 Pf. Gold an einem Tage aufgelöst und in concretrirte Cyanauflösung verwandelt wurden: natürlich wenn der Bedarf eben stark war. Auf diese Weise kamen im Verlaufe von drei Jahren über 13 Pud oder 280 Kilog. in Verbrauch.

Der Vergoldungsprozess selbst war natürlicherweise der gewöhnliche, nur die Munipulationen und die Quantitäten waren grossartiger. Ein Bronzestück wurde an seine kupfernen Ketten befestigt und nach gehöriger Reinigung vermittelst des Krahns in die Kiste eingelassen, wo es so lange vergoldet wurde, bis die ganze Oberfläche matt war. Dann wurde es herausgehoben, in eine mit reinem Wasser angefüllte Kiste getaucht, auf den Waschtisch gebracht und dort mit Kratzbürsten abgekratzt. Dieselbe Operation wiederholte man mit jedem Stücke dreimal, so dass erst nach dem dritten Mattwerden die Vergoldung als vollendet angesehen wurde. Zweimal täglich wurden aus den Kisten Proben genommen, um genau den Verbrauch des Goldes zu erfahren und nöthigenfalls einzelne Stücke auf's Neue zu vergolden. Dies geschah jedoch nur Anfangs, wo man unsicherer war, und deshalb ängstlicher zu Werke ging. Sobald die Kisten nicht in Arbeit waren (z. B. Nachts), wurden sie sorgfältig mit auf Rahmen gespanntem Wachstuche bedeckt, um die darin befindliche Flüssigkeit vor Staub zu schützen. So wurden alle 408 Stücke vergoldet, und es gelang auf diese Weise, eine Oberfläche von ungefähr 1300 Quadrat-Meter oder 2,560 Quadrat-Arschin gleichmässig und gleichfarbig zu vergolden: gewiss ein glückliches Resultat! — Nicht unberührt darf ich zwei Punkte lassen, die als Belege für die Zweckmässigkeit der galvanischen

Vergoldung dienen können; erstens ist von den Arbeitern, welche durchschnittlich immer bei dieser Vergoldung beschäftigt sind, keiner während der Arbeit erkrankt, nicht einmal während der im vorigen Jahre herrschenden Epidemie; und zweitens ist der reine Verlust an Gold bei einem so bedeutenden Verbrauche kaum auf 4 Pfund gestiegen. Bei der Vergoldung so grosser Flächen durch Feuer und bei der Handhabung so grosser und unbequemer Massen wären sicherlich viele Arbeiter erkrankt oder gestorben und der Verlust an Golde wäre ausserdem unverhältnissmässig grösser gewesen.

An Beobachtungen und Bemerkungen fehlte es im Laufe dieser Zeit nicht. So z. B. wiederholte sich eine Erscheinung, welche bei dem galvanischen Kupferniederschlag beobachtet wurde, auch bei der letzten grossen Vergoldung. Nämlich ohngefähr in der Hälfte der Arbeit riss bei einem nicht bedeutenden Gewichte die eine der kupfernen Ketten. Bei einem Versuche, der mit den übrigen Ketten angestellt wurde, ergab es sich, dass sie diese Belastung alle nicht mehr aushalten konnten.

Das Kupfer war spröde, krystallinisch und ganz verändert in seiner Struktur. Diese Erscheinung lässt sich dadurch erklären, dass die Ketten dem beständigen Durchgange des galvanischen Stromes ausgesetzt waren. Bei dem Bilden des galvanischen Kupfers fiel es oft auf, dass das erhaltene Metall so spröde war, und erst die Erfahrung lehrte, dass die Anoden nach längerm Gebrauche ebenfalls spröde geworden waren und ihre Eigenschaft dem gebildeten Kupfer mittheilten. Auch hier war die beständige Einwirkung des galvanischen Stromes die Ursache. Es entsteht dadurch nämlich, wie einige Gelehrte bemerkt haben, eine Art fortwährenden Zitterns, welches ja auch z. B. das Eisen bei seiner Anwendung zu Wagenachsen, Kettenbrücken u. s. w. nach einiger Zeit so verändert, dass dasselbe zuletzt unter einem weit kleinern Gewichte zusammenbricht, als es früher hat tragen können. So geht es auch mit dem Kupfer; die fortwährenden galvanischen Schläge bringen auch dieses Metall in einen Zustand, welcher weit hinter seinen ursprünglichen Leistungen zurückbleibt. Die zweiten kupfernen Ketten hielten bis zum Ende der gros-

sen Vergoldung aus, waren aber bei angestellten Nachforschungen alle spröder geworden.

Auch in den Auflösungen zeigten sich nicht minder interessante Erscheinungen. Einige Zeit, nachdem die Goldauflösungen in beständigem Gebrauche gewesen und nachdem sie öfters schon, theils durch blosses Zuschütten sehr concentrirter Auflösung, theils durch Zuschütten von Cyangoldkrystallen verbessert worden waren, erschöpften sie sich so, dass sie zu einer schönfarbigen Vergoldung nicht mehr tauglich waren. Sie wurden deshalb nur noch zur ersten Operation gebraucht, vergoldeten zwar gleichmässig, aber die Farbe der Vergoldung war röthlich und fleckig. Die darauf folgenden zwei Vergoldungen mit frischen Auflösungen gaben die nöthige Farbe wieder. — Es ist zu bemerken, dass hier in grossem Maassstabe, wo man 5000 Liter behandelte, die Resultate genau dieselben waren, welche ich früher im Kleinen und als Versuch erhielt, und bekannt machte.

Doch bald zeigte sich durch die Probe, dass der Goldgehalt nicht mehr der erforderliche war, und die Vergoldung gelang wirklich nicht mehr. Es musste daher an das Ausziehen des Goldes gedacht werden. Die ganze Masse abzudampfen und einzuschmelzen wurde für nicht zweckmässig erachtet, wenigstens nicht für alle Auflösungen. Ich liess daher versuchen, die Nacht durch, alle Batterien mit einander zu verbinden, alle Platinplatten als Anoden und Catoden in die Auflösung einzulassen, und so fortzuwirken, bis alles Gold sich niedergeschlagen hatte, oder auf den Boden der Kiste gefallen war. Der Versuch gelang vollkommen, und die letzte Probe mit einem ganzen Liter gab kaum eine Spur Goldes.

Die Cyanauflösungen wegzuwerfen, nachdem man auf galvanischem Wege so viel als nur immer möglich das Gold ausgeschieden hatte, würde sowohl wegen der Qualität als der Quantität der darin enthaltenen Salze schade gewesen sein. Freilich ist es wahr, dass sowohl das Cyankalium als das Aetzkali dieser Auflösungen, nachdem sie einige Monate in Anwendung gewesen sind, sich theilweise in kohlensaures Salz verwandeln; aber immer musste das Ganze noch eine hinreichend grosse Menge des erstern (Cyankaliums) enthal-

ten, welche auf irgend eine Weise nutzbar gemacht werden konnte. Der erste technische Versuch zu diesem Zwecke wurde auf folgende Art gemacht. Zu 10 Liter Kupfervitriolauflösung, welche aus den Kisten der galvanischen Kupfer-Abtheilung der Anstalt genommen war, wurde so lange gold-erschöpfte Cyanauflösung gegossen, bis kein Niederschlag (bestehend aus: kohlensaurem Kupferoxyd, Cyankupfer und zum Theil aus Kupferoxydhydrat) mehr Statt fand. Dieser Niederschlag wurde, nachdem er durch *décantation grosso modo* gehörig mit Wasser ausgewaschen war, in einen kupfernen, 1000 Liter haltenden Kessel gelegt, mit Cyanauflösung übergossen und bis zur völligen Auflösung des Kupferniederschlags gekocht. Auf diese Weise erhielt man eine Flüssigkeit, mit welcher man bei der Behandlung durch den galvanischen Strom eiserne und gusseiserne Gegenstände mit Kupfer überziehen konnte. Ausserdem gab diese Kupfercyanauflösung, nachdem Zinkvitriol zugegossen war, bis sich ein ziemlich bedeutender weisser Niederschlag gebildet hatte und nachdem das Ganze im Verlauf von 4 oder 5 Tagen von Zeit zu Zeit umgerührt und dann filtrirt worden war, eine Flüssigkeit, welche bei der Behandlung durch den galvanischen Strom Eisen und Gusseisen sehr schön bronzirte (mit Bronze überzog).

Wie sorgfältig auch die Zubereitung des Cyankaliums in der Anstalt betrieben wurde, so enthielt dasselbe doch immer etwas Eisen. Bei der Vergoldung im grossen Maasstabe schieden sich immer aus der zu vergoldenden Bronze kleine Quantitäten Kupfer, Zinn und Zink aus und gingen in die Auflösung über. Das Vorhandensein derselben offenbarte sich mit der Zeit immer mehr und mehr an der Goldflüssigkeit, deren Güte übrigens in Bezug auf den Zweck ihrer Anwendung durchaus nicht schlechter wurde. Zu einer bekannten Periode der Vergoldung (nachdem etwa die Hälfte des Goldes ausgeschieden ist) beginnt ein rother Niederschlag sich auf den Platin-Anoden zu bilden.

Dieser Niederschlag wurde lange Zeit und immer mit grosser Wahrscheinlichkeit für eine besondere Goldverbindung gehalten, welche aus Goldoxyd mit Cyanverbindung u. a. m. bestände, und deshalb wurde dieser Niederschlag sorgsam ge-

sammelt, damit aus ihm das Gold durch spätere gemeinschaftliche Bearbeitung der goldhaltigen Rückstände ausgeschieden werde.

Nicht gering war meine Verwunderung, als ich die Bildung eines (dem Aeusseren nach) ganz gleichen Niederschlages auf der Anode in einer Flüssigkeit bemerkte, wo das Vorhandensein des Goldes gleich Null war, oder wo sich kaum merkliche Spuren dieses Metalles gezeigt hatten, namentlich: in Kupfercyanauflösung, einem gelegentlich zum Gebrauche nützlichen Produkte der vom Golde erschöpften Auflösungen.

Diese letzte Erscheinung erregte in mir den Wunsch, mit der Zusammensetzung dieser rothen anodischen Niederschläge genauer bekannt zu werden.

Beide Niederschläge enthalten in ihrer Zusammensetzung Kalium, Kupfer, Eisen und Cyan. Sie lösen sich im Wasser nur zum Theil auf und zwar beim Kochen; Salzsäure, welche sie in diesem Falle auch auflöst, giebt in dem Rückstande ein wenig schwarzes Pulver. Wenn man zu dieser letzten Auflösung Salpetersäure zugiesst, bildet sich ein gelbbrauner Niederschlag, welcher sich durch Säuren nicht weiter auflösen lässt.

Königswasser und Salpetersäure verändern die Niederschläge, indem sie dieselben zu einer gelbbraunen Masse umbilden und theilweis auflösen. Wenn man sie mit Schwefelsäure begiesst, so lösen sie sich sogleich darin auf; wenn man dann Wasser in die Auflösung giesst, so ergiebt sich nur ein Niederschlag von einer gelbbraunen Farbe; aber wenn die Auflösung vorher durchgekocht wurde, so bildet sich bei dem Zuschütten des Wassers kein Niederschlag.

Gang der Analyse. Das Gewicht des Pulvers wurde zuerst geglüht, dann mit Salpetersäure angefeuchtet, darauf alles bis zur Trockne abgedampft; der Rest wiederum leicht geglüht, damit sich die Säure von den Metallen abscheide, und darauf gewogen. Dieser Rest bestand aus Eisenoxyd, Kupfer und salpetersaurem Kali. Weiter wurde dieser Rückstand in Salpetersäure aufgelöst und das Eisenoxyd der Auflösung mit Ammoniak niedergeschlagen, das Kupfer aber aus der nachbleibenden Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoff als Schwe-

fohmetall ausgeschieden, dann in Salpetersäure ausgelöst und die Auflösung mit Aetzkali durchgekocht, damit sich das Kupfer in Oxydform niederschlage. Wenn man nun das Gewicht der Eisen- und Kupferoxyde von dem ganzen Gewicht des Rückstandes abzieht, so erhält man die Menge des salpetersauren Kali, aus welchem durch Berechnung das Kalium gefunden wird. Die quantitative Bestimmung des Cyan geschah auf die längst und allgemein bekannte Art, d. h. indem man einen Theil des zu untersuchenden Stoffes mit einer dreitheiligen Mischung (bestehend aus 1 Theil Aetznatron und 2 Theilen Aetzkalk) glüht. Dabei scheidet sich wie bekannt der Stifstoff des Cyan's in Ammoniakform ab; dieser wird in Salzsäure gesammelt, der sich bildende Salmiak durch Chlorplatin niedergeschlagen und indem man den auf diese Weise erhaltenen Platinsalmiak glühet, erhält man metallisches Platin (Platinschwamm), nach dessen Menge die Menge des Stifstoffes berechnet wird und nach diesem letztern wieder der Cyan.

Die Analysen zeigen folgende quantitative Zusammensetzung:

	In 100 Theil.	Atomgew.	Das Atom-Verhältnis.
K	18,08	489	0,037	2
Cu	17,30	396	0,043	2
Fe	15,21	350	0,043	2
Cy	49,87	325	0,153	7
	100,46			

Die Formel wäre also $(KCy + 2\,Cu\,Cy) + (KCy + Fe^2\,Cy^3)$.

Das Salz, welches aus der Cyankupferauflösung gewonnen wurde, zeigte bei der quantitativen Analyse folgende Bestandtheile:

	In 100 Theil.	Atomgew.	Atom-Verhältnis.
K	10,41	489	0,021	1
Cu	24,94	396	0,063	3
Fe	15,17	350	0,042	2
Cy	49,28	325	0,151	7
	99,80			

Die Formel wäre also $(KCy + Cu\,Cy) + (2Cu\,Cy + Fe^2\,Cy^3)$.

Da beide analysirten Salze das Aussehen eines krystallini-

schen Pulvers hatten und beim Analysiren Zusammensetzungen zeigten, welche man vermittelst eigener Formeln ausdrücken konnte, so wäre es möglich zu glauben, dass zwei neue Cyansalze existiren. In diesem Augenblicke enthalte ich mich indessen, dieses positiv zu behaupten, indem ich vielleicht noch unter dem Einflusse des Zufalls sein könnte. Daher muss man meiner Ansicht nach noch einmal die künstliche Bereitung beider Anodenniederschläge mittelst des galvanischen Stroms, so wie auch noch einmal eine genaue quantitative Analyse besagter Niederschläge vornehmen.

Bis jetzt ist nur bemerkenswerth, dass beide rothe Niederschläge ein und dieselben Bestandtheile haben und sich immer sehr leicht durch die Wirkung des galvanischen Stroms in den Cyanauflösungen bilden, welche Kalium, Eisen, Kupfer und Cyan enthalten. Aber von da an, wo durch die Analyse die Zusammensetzung des rothen Niederschlages bestimmt war, hörte man auf, ihn bei der galvanischen Vergoldung zu sammeln. Bis jetzt war es noch nöthig, in solchem ungeheuren Maasstabe die Kupfer-Cyan- und Bronze-Cyanauflösungen als Produkte nützlicher zu machen und bei gelegentlicher Anwendung der erschöpften Goldauflösungen zu bereiten, und deshalb wurde ein bedeutender Theil der letztern bis zur Trockne abgedampft. Auf diese Weise erhielt man, wie vorauszusetzen war, mehrere Zehnte von Puden einer Salzmasse, in welcher sich nach genauer Untersuchung das Vorhandensein von Gold zeigte. Jetzt war es nöthig zu wissen, 1) auf welche Art dieses Gold am vortheilhaftesten auszuziehen sei, und 2) ob der Werth des zu erwerbenden Metalles hinsichtlich seiner Quantität die Kostens des Ausziehens lohne. Zur Beantwortung dieser beiden Fragen unternahm ich die Untersuchung dieser obenerwähnten trocknen Salzmasse. Beim Schmelzen derselben im gusseisernen Kessel wurden alle Cyanmetalle (Kalium natürlicher Weise ausgenommen) reducirt und sanken vermöge ihrer Schwere auf den Boden des Gefässes. Nach der Abkühlung war die Salzmasse von den obenerwähnten Metallen geschieden, welche letztere dann wieder in einem Tiegel zu einem König geschmolzen wurden. Auf diese Weise erhielt man eine Legirung von weisser Farbe und

so spröde wie Glas. Ein Pud der Salzmasse gab bei oben angegebener Behandlung ohngefähr 5 Pf. dieser Legirung. Durch die Analyse zeigte es sich, dass dieselbe aus Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei, Eisen und Zink bestand. Nachdem sie zu Pulver zerstossen war, löste sie sich leicht in Salpetersäure auf, wobei sie ein unauflösliches bräunlich-graues Pulver hinterlässt, bestehend aus Gold- und Zinnoxyd, welches, nachdem man es gehörig gewaschen, getrocknet und mit Cyankali geschmolzen, alles aufgelöste mit Wasser ausgewaschen und das nichtaufgelöste endlich mit Chlorwasserstoffsäure behandelt hat, reines Gold giebt. Die Chlorwasserstoffflüssigkeit, welche in ihrer Auflösung Zinn enthält, wurde vorsichtig bis zur Trockne abgedampft, die trockene Masse mit starker Salpetersäure behandelt und das Zinnoxyd, welches sich nicht auflöste, auf den Filter gesammelt.

Aus der salpetersauern Auflösung wurde das Blei durch Schwefelsäure ausgeschieden, das Silber dagegen durch Chlorwasserstoffsäure; darauf wurde Schwefelwasserstoff durch die Flüssigkeit geleitet, das Schwefelkupfer auf dem Filter gesammelt, mit Wasser, welches etwas mit Schwefelwasserstoff getränkt war, ausgewaschen, und aus der Auflösung das Eisen und Zink auf die bekannte Weise ausgeschieden. Auf solche Art erhielt man aus 110 Theilen der Legirung:

Kupfer	53,25
Blei	15,69
Zinn	22,79
Eisen	1,54
Silber	0,90
Zink	1,40
Gold	4,00
	99,57

Die Gegenwart des Bleies in dieser Legirung stammt aller Wahrscheinlichkeit nach von der Löthung der Kupferkessel her, in welchem die erschöpfte Goldauflösung bis zur Trockne abgedampft wurde.

Es ist bemerkenswerth, dass die Platin-Anoden, wie lange und mit welcher bedeutenden Oberfläche sie immer auch im

täglichen Gebrauche waren, ohne irgend eine Veränderung blieben, was aus der gänzlichen Abwesenheit des Platins sowohl in den erschöpften Goldauflösungen, als auch in der trocknen Masse, welche durch Abdampfung dieser Auflösungen erlangt wird, und demnach in der obenerwähnten Legirung hervorgeht. Was die zweite Frage anbetrifft, so ist das Ausziehen des Goldes nach obiger Beschreibung, indem man die trockne Salzmasse glüht, sowohl wegen der bedeutenden Menge des dazu erforderlichen Brennmaterials, als auch, weil man die gusseisernen Kessel sehr dabei verdirbt, sowohl ausserordentlich beschwerlich als wenig vortheilhaft. Aber dieses Ausziehen wird leicht und ziemlich vortheilhaft, wenn man nach Ansammlung einer bedeutenden Quantität dieses goldhaltigen Rückstandes denselben mit einem ganz geringen Beisatz von Silberglätte mit Hülfe der Holzkohle in einem nicht zu grossen Schachtofen von ohngefähr $1^1/_2$ — 2 Arschinen Höhe durchschmilzt. Es versteht sich, dass die weitere Scheidung des Goldes aus der auf diese Weise erhaltenen Legirung auf dem obenbeschriebenen Wege betrieben werden muss.

Fall, bei Reval den 20 Juni 1849.

(Aus dem *Bullet. phys.-mathém. T. VIII. No.* 8.)

27 Avril / 9 Mai 1849.

Recherches sur quelques combinaisons arsenicales par P. KOTSCHOUBEY, répétiteur de chimie a l'école d'artillerie.

1*er* *Mémoire. Nouveau procédé pour le dosage de l'arsenic et analyse des arséniates alcalins et alcalino-terreux.*

L'arsenic et les diverses combinaisons de ce corps ont été l'objet de tant de travaux remarquables, que l'on serait porté à croire que les chimistes ont dit à ce sujet leur dernier mot. Cependant il existe encore quelques lacunes dans l'histoire de ce métalloïde; quelques questions regardées comme secondaires sont loin d'être résolues. Ainsi, on ne s'accorde pas encore sur la composition de plusieurs arséniates, la composition des arsenico-vinates a été mise en doute depuis le travail de M. Felix d'Arcet, enfin plusieurs dérivés de l'hydrogène arsenié ont encore été ou peu étudiés, ou bien sont encore inconnus; d'un autre côté la séparation de l'arsenic avec d'autres métaux dans les alliages présente encore quelque difficulté.

J'ai donc cru utile d'entreprendre une série de travaux ayant pour but l'étude des diverses combinaisons arsenicales.

Ce travail est loin d'être terminé [1]), car il m'a présenté dans son ensemble une foule de faits qui, envisagés au point

1) Des considérations particulières m'obligent seules de livrer à la publicité cette première partie qui, je le sais, est loin d'être complète.

de vue de la théorie, pourront être d'une certaine utilité; ils serviront à prouver l'analogie frappante qui existe entre le phosphore et l'arsenic, — et par conséquent l'utilité de la théorie des types chimiques.

Mon premier soin a été de choisir une méthode pour le dosage de l'arsenic qui me permît de multiplier pour ainsi dire à l'infini les analyses, tout en leur conservant un degré d'exactitude convenable.

Ces deux conditions ne se trouvant pas réunies dans les divers procédés maintenant en usage, et qui de plus, pour la plupart, sont d'une exécution difficile et incertaine, mon attention s'est donc tout naturellement portée sur les liqueurs normales qui déjà ont donné de si brillants résultats entre les mains des chimistes français.

Il m'a semblé possible de réduire le dosage de l'arsenic à un simple essai à l'aide d'une burette graduée, d'autant plus que M. Raïewsky était déjà parvenu, en 1847, à résoudre d'une manière analogue la question difficile du dosage de l'acide phosphorique.

En cherchant à rendre la détermination de l'arsenic facile et expéditive, tout en lui conservant le degré d'exactitude désirable auquel on parvient facilement par l'emploi du procédé que je vais décrire, j'ai eu un autre but; c'est de trouver en même temps un moyen facile et exact pour la séparation de l'arsenic d'avec d'autres métaux et entre autres celle de ce corps d'avec l'antimoine et l'étain. Cette dernière question, la plus difficile sans contredit de toutes celles dont s'occupe la chimie analytique, n'est cependant pas encore complétement résolue, malgré le dernier travail de M. Levol sur ce sujet.

Le procédé de cet habile chimiste est loin d'être pratique et exige de la part de l'opérateur une habileté et une patience peu communes, — aussi des expériences faites par moi dans ce sens mériteront, je l'espère, l'attention des chimistes. Ces essais, quoique encore incomplets, prouvent déjà la possibilité d'atteindre à un résultat satisfaisant, en combinant quelques opérations secondaires, d'une exécution facile, avec

l'emploi des liqueurs normales. J'aurai l'honneur de les soumettre, dans un prochain mémoire, au jugement de l'Académie.

Le procédé qui fait le sujet du présent article est fondé 1° sur l'insolubilité dans l'acide acétique de l'arséniate ferrique obtenu par double décomposition, 2° sur la composition toujours constante du précipité qu'on obtient en versant goutte à goutte une dissolution d'acétate ferrique dans la dissolution d'un arséniate acidifié par l'acide acétique, 3° sur la solubilité de ce précipité dans l'acide hydrochlorique, enfin 4° sur la facilité avec laquelle le zinc métallique réduit l'arsenic dans cette dissolution.

Voici maintenant la manière d'opérer : je suppose que l'arsenic est ramené à l'état d'acide arsénique, terme moyen auquel se rapportent mes expériences.

On dissout la combinaison arsenicale dans l'acide acétique, ou bien dans tout autre acide, et dans ce dernier cas, l'on neutralise l'acide par un léger excès d'ammoniaque et l'on ajoute de l'acide acétique.

La dissolution est alors précipitée par une liqueur contenant l'acétate ferrique [2]). On reconnaît à la simple vue que tout l'arsenic est précipité, car la dissolution acquiert une coloration rouge brique très sensible.

Le précipité obtenu est recueilli sur un filtre à plis, lavé à l'eau froide et puis dissout sur le filtre même par une petite quantité d'acide hydrochlorique.

Cela fait, on réduit le liquide par un barreau de zinc ou bien par du zinc en grenaille, une partie de l'arsenic se transforme alors en hydrogène arsenié et est emporté par le courant gazeux, l'autre se précipite à l'état métallique au fond du vase. La liqueur se décolore complètement au bout de quelque temps et contient alors tout le fer à l'état de protoxyde. On

---

2) On peut éviter l'emploi de l'acétate ferrique qui est, comme on le sait, très instable ; — le mélange de volumes égaux d'acétate de soude et d'alun de fer ammoniacal jouit de la même propriété ; en effet on a :

$$[Fe_2O_3(SO_3)^3 + NH^3, HO, SO_3] + 3NaO\overline{A} = 3NaO, SO^3 + NH^3, HO, SO^3 + \underline{Fe_2O_3\overline{A}^3}.$$

filtre encore une fois pour débarrasser la liqueur de l'arsenic qui causerait des perturbations, on lave le filtre à l'eau bouillie et l'on dose dans la liqueur le fer par les dissolutions titrées (procédé des volumes).

Celle que j'emploie de préférence est la liqueur normale de M. Margueritte, mes expériences m'ayant prouvé l'excellence de ce précieux réactif. Son emploi est, comme on le sait, basé sur l'action réciproque des sels du protoxyde de fer et du permanganate de potasse. On a en effet

$$KO,Mn_2O^7 + 10(FeO,X) + 8X = MnO,X + 5(Fe_2O_3,X_3) + KO,X$$

où X est dans mon expérience l'acide hydrochlorique.

La fin de l'opération est déterminée par la coloration rose qu'acquiert le mélange. Toutes les fois qu'il se trouve des corps organiques dans le liquide, l'emploi du Caméléon minéral n'est plus aussi certain, aussi je le remplace dans ce cas par une dissolution titrée de chlorate de potasse, qui produit le même effet, sans avoir le même inconvénient. La réaction peut être exprimée par les deux équations suivantes.

$$KO,ClO^5 + 6HCl = KCl + 6HO + 6Cl.$$
$$6Cl + 12FeCl = 6Fe_2Cl_3.$$

On reconnaît la fin de l'opération à l'aide d'une bande de papier coloré par du sulfate d'Indigo.

Avec un peu d'habitude l'on parvient facilement à terminer dans une heure une analyse (dosage) complète en employant la liqueur normale de permanganate, et dans une heure et demie tout au plus, quand on se sert de la dissolution du chlorate de potasse. Je remarquerai ici que, par l'emploi de la méthode que je viens de décrire, on évite la dessiccation, la calcination et la pesée, opérations fort incertaines lorsqu'on a à faire à des composés arsenicaux.

Pour fixer mon point de départ, j'ai déterminé avec le plus grand soin la composition exacte de l'arséniate de peroxyde de fer qui se forme dans une dissolution acidifiée par l'acide acétique. La moyenne déduite d'un grand nombre d'analyses assigne à ce précipité seché à 100 degrés la formule

$$Fe_2O_3,AsO^5 + 5HO.$$

et au précipité calciné celle de

$$Fe_2O_3\,AsO^5.$$

Connaissant la composition exacte de ce précipité, il devient facile de calculer chaque fois d'après le nombre de divisions (de la barette) employées, la quantité en centiémes d'acide arsénique contenu dans n'importe quelle substance.

Supposons en effet qu'on aie agi sur $0,^{gr}500$ de matière et qu'on aie employé pour peroxyder le fer $15,^{div}2$ de la burette (le titre de la liqueur correspondant à $0^{gr},250$ de fer pur étant 50,5) l'on a d'abord:

$50,5 : 0^{gr},250 = 15,2 : x$ d'où $x = 0,075$, la quantité de fer.

D'un autre côté, l'on sait aussi que 700 de fer correspondent à 1437,5 d'acide arsénique dans une combinaison exprimée par la formule $Fe_2\,O_3\,As\,O^5$, l'on a donc

$700 : 1437,5 = 0,075 : x$ d'où $x = 0,153$ (acide arsénique).

donc les $0,^{gr}500$ de matière contiennent $0,^{gr}153$ d'acide arsénique, quantité qui exprimée en centièmes correspond à 30,6 %.

Pour vérifier l'exactitude du procédé, je l'ai soumis à un contrôle qui est pour ainsi dire sans réplique. En effet, des pesées très diverses d'arsenic faites en mon absence ont été toujours retrouvés à 6 ou $^7/_{1000}$ près.

De plus, dans le courant de mes recherches j'ai vérifié la composition de quelques arséniates qui ont été déjà analysés par des chimistes dont l'habilité et la patience doivent être mis hors de doute; mes analyses correspondent parfaitement avec les résultats obtenus par ces derniers. Je citerai entre autres l'analyse de l'arséniate de soude cristallisé à 0^0 et de l'arséniate ammoniaco-magnésien obtenu par M. Levol, qui m'a donné des chiffres théoriques.

Pour rendre mon travail aussi complet que possible, et en partie pour vérifier l'utilité de mon procédé de dosage, j'ai analysé presque sans exception tous les sels que forment la potasse, la soude, l'ammoniaque, la chaux, la baryte, la strontiane et la magnésie avec l'arséniate hydrique ordinaire (acide tribasique).

Sels de potasse et de soude. Les sels neutres $\left.\begin{matrix}2KO\\2NaO\end{matrix}\right\}$ AsO^5, HO de Berzelius ont été obtenus en saturant une dissolution d'arséniate trihydrique par les carbonates de potasse et de soude. Le second sel cristallise à 0° avec 27 équivalents d'eau [3]; quand on chauffe légèrement une dissolution concentrée du même sel, il se produit un trouble dans le liquide qui est dû à la formation d'un sel qui contient 14 équivalents d'eau et correspond alors au phosphate obtenu dans les mêmes circonstances. Le sel de potasse correspondant $2KO, AsO^5$ est incristallisable et très déliquescent, il fond sans se décomposer à une température assez élevée; il en est de même du sel de soude.

Les sels basiques $\left.\begin{matrix}3KO\\3NaO\end{matrix}\right\}$ AsO^5 ont été préparés en calcinant, dans un creuset fermé, l'arséniate hydrique avec un excès de nitrate de potasse et de soude et faisant cristalliser le liquide à la température ordinaire.

Le sel de soude retient alors 24 équivalents d'eau, chauffé jusqu'à la température de l'ébullition de l'eau, il abandonne complétement son eau de cristallisation et devient anhydre. Le sel de potasse cristallise en prismes aiguillés contenant des quantités sensibles d'eau de cristallisation, il est du reste très efflorescent

On a obtenu les mêmes sels en ajoutant un équivalent de potasse ou de soude à la dissolution des sels neutres.

Sels acides (deuto-arséniates). En ajoutant aux sels neutres une quantité d'acide égale à celle qu'ils contiennent, on obtient les sels acides $\left.\begin{matrix}KO\\NaO\end{matrix}\right\}$ $AsO^5, 2HO$.

Le sel de soude cristallise avec 4 équivalents d'eau. Les deux sels retiennent l'eau de composition (2 équiv.) avec beau-

3) En supposant que l'isomorphie des phosphates et arséniates correspondants est une vérité démontrée, il faudrait adopter, pour le phosphate obtenu dans les mêmes circonstances, la formule $2NaO, HO, AsO^5 + 26HO$, et cela contre l'opinion de M. Fresenius qui ne lui donne que 24 équiv. d'eau de cristallisation.

coup plus d'énergie que les sels précédents; en effet, on peut les chauffer jusqu'à 200° sans les rendre anhydres.

En mêlant les dissolutions des arséniates neutres de potasse et de soude entre eux et avec une dissolution d'arséniate d'ammoniaque, on obtient les sels doubles de Mitscherlich, qui d'après mes analyses doivent avoir les formules

$$NaO, KO\ AsO^5, HO + 18\ Aq.$$
$$NaO, NH^3, AsO^5, 2HO + 8\ Aq.$$
$$KO, NH^5, AsO^5, 2HO + X\ Aq.\ ^4).$$

Arséniates d'ammoniaque. J'ai été amené à des résultats qui confirment les idées théoriques sur l'analogie de ces sels avec les phosphates correspondants; en effet, voici leurs formules

$2\,(NH^3, HO), AsO^5, HO$ sel neutre.
$(NH^3, HO), AsO^5, 2HO$ sel acide.
$3\,(NH^3, HO), AsO^5$, — sel basique.

Ils ont été obtenus comme l'indique Pelouze pour les phosphates.

Par la calcination tous les sels ammoniacaux perdent toute leur eau et tout l'ammoniaque, et si on la fait à l'air, il y a, comme l'a déjà observé Berzelius, une décomposition partielle de l'acide arsénique, en effet j'ai obtenu comme produits, de l'eau, de l'azote et le résidu contient de l'acide arsénieux. Je suis parvenu avec beaucoup de précautions à éviter cette décomposition, le résidu d'acide arsénique obtenu, m'a montré des réactions quelque peu différentes de celles de l'arséniate hydrique ordinaire, ce qui m'a fait même supposer la probabilité de l'existence d'un acide analogue à l'acide méta-phosphorique de Graham. Cependant la transformation en acide tritoxique (AsO^5, 3HO de Fremy) et beaucoup trop rapide pour qu'on puisse espérer d'étudier avec soin les intéressantes combinaisons de ce corps.

---

4) L'eau de cristallisation n'a pas été dosée dans le dernier sel.

Sels à base alcalino-terreuse. En analysant les sels que forme l'arséniate trihydrique (AsO^5, 3HO) avec l'oxyde de calcium, j'ai été amené à des résultats qui me paraissent contredire plusieurs faits cités par mes prédécesseurs, ils servent en même temps de contrôle aux résultats obtenus par M. Raiewsky dans l'analyse des phosphates correspondants.

1er sel. $2CaO, HO\ AsO^5, 3HO$ a été obtenu en versant goutte à goutte une dissolution d'arséniate de soude neutre dans du chlorure de calcium et séchant le précipité obtenu (cristallin) au bain-marie.

2^d sel. $2CaO, HO, AsO^5, 2HO$ s'obtient en versant avec précaution une dissolution de chlorure de calcium dans de l'arséniate sodique, et séchant le précipité également à 100° [5]).

3^e sel. $3CaO, AsO^5 + 3Aq.$ s'obtient en versant de l'ammoniaque dans l'arséniate alcalin et en ajoutant au mélange du chlorure de calcium; il se produit également par l'introduction du chlorure de calcium dans une dissolution d'arséniate d'ammoniaque basique, soit enfin en versant de l'eau de chaux dans le même sel [6]).

Si l'on ajoute un excès d'ammoniaque à une dissolution du sel neutre dans les acides, chlorhydrique ou nitrique, ou bien si l'on agit sur un mélange de chlorure d'ammonium, d'arséniate de soude et chlorure de barium, il se précipite un sel cristallin qui a pour formule $3CaO, NH^3, HO, AsO^5 + 12HO$, qui correspond au phosphate ammoniaco-magnésien dont la magnésie aurait été remplacée par la chaux et l'acide phosphorique par l'arséniate hydrique.

Chauffé à 125° il retient 2 équivalents d'eau et correspond alors au sel de baryte $2BaO, NH^3, HO, AsO^5 + 2$ Aq. de M. Baumann.

Calciné dans un creuset à l'abri des matières réductibles, le sel double laisse un résidu d'arséniate neutre de chaux anhydre $2CaO\ AsO^5$.

---

5) Il en résulterait que l'opinion de la production de sels de composition diverse, dans ces deux circonstances, est peu fondée, en tant surtout que le 1er sel n'est pas l'arséniate des minéralogistes, et que le 2d ne retient qu'un équivalent d'eau de plus que le premier.

6) Ce sel correspond au phosphate des os de M. Raïewsky.

Si on le calcine à l'air, il se produit en même temps de l'acide arsénieux qui est dû à une décomposition partielle réciproque de ces éléments.

4^e^ sel. CaO, 2HO, AsO^5 + Aq. s'obtient en dissolvant le sel neutre dans un excès d'acide arsénique. Le liquide laisse déposer, après un rapprochement convenable, des cristaux lamelleux altérables à l'air. Quand on calcine fortement ce sel, il se produit une décomposition; il se forme de l'acide arsénieux qui cristallise sur les parois du creuset, et le résidu est alors un mélange d'arséniate et d'arsénite calcique. Si au lieu de le calciner fortement, on ne fait qu'élever la température, il se dégage de l'eau, et le résidu devient beaucoup moins soluble dans l'eau et même dans l'acide acétique.

L'hydrate d'ammoniaque produit dans les dissolutions aqueuses du sel acide un précipité blanc volumineux d'un sel basique, la liqueur filtrée laisse cristalliser un arséniate d'ammoniaque neutre.

En dissolvant du carbonate de chaux récemment précipité dans un excès d'arséniate hydrique, on peut obtenir le même sel, qui cristallise cependant plus difficilement.

Le sulfate hydrique produit un précipité blanc de sulfate calcique dans la dissolution concentrée du sel acide; il produit le même effet dans les dissolutions du sel neutre 2CaO AsO^5 dans les acides, mais il m'a été impossible d'obtenir un sel acide pur par ce moyen. En effet: en chauffant le liquide, on obtient d'abord une masse saline demi-fluide qui retient une grande quantité d'acide sulfurique dont une partie combinée à la chaux; en rapprochant encore davantage, la masse dégage du sulfate hydrique, mais il en reste toujours une quantité combinée à la chaux; d'un autre côté il y a décomposition de l'acide arsénique, de sorte que, vers la fin, on obtient un mélange d'arsénite, d'arséniate et de sulfate de chaux, et de l'acide arsénieux libre qui cristallise sur les parties froides de l'appareil.

5^e^ sel, que j'appellerai bibasique 6CaO AsO^5 + 6HO = $2(CaO)^3$, AsO^5, 6HO a été obtenu dans un liquide contenant un mélange de chlorure de calcium en excès et de l'arséniate de soude, il ne se produit qu'à la longue dans la liqueur di-

luée. Ce sel a un aspect amorphe, chauffé jusqu'à 120° il devient anhydre.

$$6CaO, AsO^5.$$

Sels de baryte et de strontiane. Les précipités qu'on obtient en versant du chlorure de barium ou de strontium dans une dissolution chaude d'arséniate de soude ont une composition analogue aux sels neutres de Berzelius $\left.\begin{matrix}2BaO\\2SrO\end{matrix}\right\} AsO^5, HO + Aq.$

Le premier de ces sels, le sel barytique se précipite à l'état d'écailles blanches satinées, douées d'un éclat argentin; il retient à 120° un equivalent d'eau de constitution. — Le sel séché à 100° a une composition exprimée par la formule

$$2BaO, HO, AsO^5 + 2Aq.$$

Ce sel est complétement insoluble dans l'eau distillée, peu soluble à froid dans les acides minéraux, très soluble au contraire dans ces derniers quand on élève la température jusqu'à l'ébullition.

L'ammoniaque versé dans la dissolution de ce sel dans les acides produit un précipité volumineux dont la quantité augmente par un excès du précipitant. Ce sel est le sel ammoniaco-barytique qui a été examiné par Baumann, à l'eau de cristallisation près.

D'après mes analyses, la formule de ce sel serait $2BaO\ NH^3, HO, AsO^5 + 4HO$.

Ce précipité est très soluble dans l'acide acétique, et l'hydrate de peroxyde de fer produit dans le mélange un précipité d'un sel basique, dont je parlerai plus tard.

Le sel de strontiane $2SrO, AsO^5, HO + 3Aq.$ a un aspect terne, il est soluble dans l'acide acétique, très soluble dans l'acide hydrochlorique; l'eau chaude le transforme en partie en arséniate acide (soluble) et dans un résidu amorphe qui est un sel basique et quelquefois un mélange représenté par la formule $2SrOAsO^5 + 3SrOAsO^5$.

C'est pour cela qu'il ne faut pas laver le précipité à l'eau bouillante.

L'hydrate d'ammoniaque produit aussi dans la dissolution de ce sel un précipité blanc amorphe qui est un sel basique $3SrOAsO^5$. Ce dernier sel, ainsi que le sel de baryte correspondant, se produit chaque fois que la liqueur ne contient pas un excès de sels ammonicaux, mais en présence d'un excès de chlorure d'ammonium les précipités changent d'aspect et de composition, ils retiennent l'ammoniaque à l'état de combinaison. On obtient alors des combinaisons analogues à l'arséniate ammoniaco-magnésien. Du moins, si on a égard au rapport de l'ammoniaque à l'oxyde qui est 1 à 2.

L'arséniate hydrique versé goutte à goutte dans les dissolutions des acétates de baryte et de strontiane, y laisse déposer des précipités qui ont une composition analogue aux sels neutres, obtenus par double décomposition.

Quand aux sels acides, ils ont tout-à-fait la composition déjà indiquée par Mitscherlich, le sel barytique cristallise très facilement.

En général tous les arséniates de strontiane sont beaucoup plus solubles dans les vehicules que les sels de baryte correspondants. De plus, les sels de strontiane se dissolvent en partie dans un excès du sel d'où on les précipite par l'arséniate neutre de soude; en chauffant la liqueur filtrée, on obtient un précipité blanc (sel double?) qui peut être de nouveau dissout à froid dans le liquide.

La formation des sels doubles dans ce cas n'est qu'une supposition, vû qu'il m'a été impossible d'appuyer cette hypothèse par une analyse directe.

La formation et la décomposition est trop prompte pour qu'on puisse espérer de résoudre cette question.

Sels de magnésie. L'arséniate neutre $2MgO,AsO^5,HO+13Aq.$ a été obtenu soit en versant goutte à goutte de l'arséniate hydrique dans l'acétate de magnésie, soit en précipitant du sulfate de magnésie par de l'arséniate de soude neutre. Calciné à l'abri des substances réductibles, il se transforme en sel anhydre. Le précipité cristallin obtenu par double décomposition se décompose à la longue par l'eau bouillante, le résidu s'est trouvé être un sel basique $3MgO\,AsO^5$.

L'arséniate ammoniaco-magnésien qu'on obtient toutes les fois qu'il se trouve du chlorure d'ammonium dans le liquide, ou bien quand on verse de l'ammoniaque dans la dissolution du sel neutre $2MgO, AsO^5$ dans les acides à une composition analogue au phosphate ammoniaco-magnésien.

J'ai été à même d'utiliser cette production d'un sel à composition constante ($2MgO, NH^3, HO, AsO^5 + 12Aq.$) pour la séparation de l'acide arsenieux d'une manière analogue à celle indiquée par M. Levol, dans quelques expériences sur lesquelles je reviendrai plus tard.

Plusieurs faits qui ne se trouvent pas cités dans ce mémoire, surtout ceux qui ont rapport à la composition des arseniovinates des différentes bases (analyses dont je m'occupe en ce moment) réclament de nouvelles recherches, et c'est pour ce motif que je me réserve le droit de poursuivre cette étude.

En achevant, qu'il me soit permis de témoigner ma reconnaissance à mon ami M. Raïewsky, déjà connu en Europe par ses travaux intéressants, pour les conseils qu'il a bien voulu me donner dans le courant de mes recherches.

St.-Pétersbourg 20 mars 1849.

(Tiré du *Bullet. phys.-mathém. T. VIII. No.* 9.)

$\frac{10}{22}$ August 1849.

Beiträge zur Kenntniss der Alkoholate und der salpetersauren Magnesia; von A. CHODNEW, Prof. zu Charkow.

Im Jahre 1827 machte Th. Graham die Chemiker mit einer merkwürdigen Gruppe von Verbindungen bekannt, die er, der Analogie nach mit den Hydraten, Alkoholate benannte[1]). Nach diesem Gelehrten nämlich, sollte absoluter Weingeist die Fähigkeit besitzen mit einigen wasserfreien Salzen Verbindungen zu bilden, in denen Alkohol die Rolle des Krystallwassers spiele.

Man konnte damals schon aus der erwähnten Abhandlung von Graham schliessen, dass die Zusammensetzung der Alkoholate von ihm nicht genau bestimmt worden ist. Niemand hatte aber bis zur letzten Zeit diesem nicht ganz genau untersuchten, und sehr interessanten Gegenstande seine Aufmerksamkeit geschenkt, um die schöne Entdeckung von Graham zu vervollständigen. Und da man die Verbindungen, die Kuhlmann bei seiner Untersuchung »über die Einwirkung der sauren Chlormetalle auf den wasserfreien Weingeist«[2]) erhalten hatte, gewöhnlich nicht zur Klasse der Alkoholate rechnet, so blieben dieselben eben so gut, wie ganz vergessen.

Im vorigen Jahre hat Einbrodt von Neuem die Aufmerksamkeit der Chemiker auf die Alkoholate gerichtet: derselbe verwirft aber die Existenz des Alkoholats der salpetersauren Magnesia; bezweifelt überhaupt die Möglichkeit von Alkoholaten und betrachtet dieselben als blosse Gemenge[3]).

---

1) Deutsche Uebersetzung von Schweiger-Seidel, in Schweiger's Jahrbuch der Ch. und Phys. LV, 180.

2) Ann. der Ch. und Pharm. XXXIII, 101.

3) Ann. der Ch. und Pharm. LXV, 115.

In letzter Zeit musste ich möglichst alles, was bis jetzt über den Alkohol geschrieben wurde, überlesen; und als die letztgenannte Arbeit in meine Hände kam, sah ich beim aufmerksamen Lesen ein, dass die Folgerungen von Einbrodt unrichtig waren und dass die ganze Abhandlung von ihm, wo er auch die alten, längst bekannten Eigenschaften von salpetersaurer Magnesia verwirft, aus einigen ungenauen Beobachtungen entstanden ist.

Um meine Vermuthung zu bestätigen und hauptsächlich, um die Existenz von Alkoholaten, als Verbindungen von bestimmter und einfacher Zusammensetzung, zu beweisen, habe ich eine Arbeit unternommen, durch welche ich ganz befriedigende Resultate erhalten habe. Ich fange von salpetersaurer Magnesia an. Die Haupteigenschaften dieses Salzes wurden zuerst von Bergman studirt und in seinem *Opuscul* beschrieben. Die Zusammensetzung desselben, obgleich sie von vielen: als Bergman, Kirwan, Richter etc., bestimmt wurde, blieb bis zum Jahre 1838 nicht genau bekannt. Zu dieser Zeit zeigte Graham [4]), dass die krystallinische salpetersaure Magnesia 6 At. Wasser enthalte, wovon fünf oder alle sechs bei einer gewissen Temperatur verjagt werden können.

Ganz neulich, wie erwähnt, hat Einbrodt denselben Gegenstand berührt und hat dabei die früheren Angaben über die Zerfliessbarkeit und die Krystallform des Salzes, ebenso wie die Angaben über die Existenz von einfach gewässertem und von wasserfreiem Salze zu Grunde gelegt.

Ich habe mich aber überzeugt, dass die alten Angaben ganz richtig und die neuesten ganz grundlos sind. Dasselbe will ich jetzt mit folgenden genauen Versuchen beweisen.

Salpetersaure Talkerde wurde durch Auflösen der *Magnesia alba* in Salpetersäure bereitet und die erhaltene Lösung im Wasserbade bis zur Syrupconsistenz abgedampft. Beim Erkalten verwandelte sich die ganze Flüssigkeit zu eine krystallinischen Masse; diese wurde zwischen Filtrirpapier ausgepresst, ein Theil davon in einer kleinen Quantität Wasser auf-

4) Ann. der Pharm. XXIX, 18.

gelöst und über Schwefelsäure verdunstet. Nach einigen Tagen bildeten sich in der Flüssigkeit schöne, wasserhelle Krystalle. Dieselben waren so gut, regelmässig und deutlich ausgebildet, dass man ihre Krystallform auf der Stelle mit unbewaffnetem Auge unterscheiden konnte: sie bildeten rhombische Prismen von ein und ein-axigem Krystallisationssystem. Die meisten von den Krystallen waren vertikale Prismen; man konnte aber dazwischen auch horizontale Prismen, Querflächen (selten) und Zwillinge von Längsflächen mit einspringendem Winkel (sehr selten) finden.

Wenn man eine sehr flache Schale zum Verdunsten der Salzlösung über Schwefelsäure nimmt, so werden die meisten Krystalle zu horizontalen, sehr langen Prismen.

Die bedeutende Grösse und Deutlichkeit der vertikalen Prismen erlaubte mir leicht, die Grösse ihrer Winkel zu messen: der stumpfe Winkel maas beinahe 122° 30′ und der spitze Winkel 57° 30′.

Ich habe auf verschiedene Weise regelmässige Krystalle zu erhalten versucht: aus einer concentrirten, warmen Lösung schossen beim Erkalten dieselben ebenerwähnten Krystallformen an; eine ziemlich gesättigte kalte Lösung, der Sonnenhitze ausgestellt, gab nach ein Paar Stunden auch sehr deutliche rhombische Säulen. Und ich kann kaum begreifen, auf welche Weise Einbrodt die längst bekannte Krystallform von salpetersaurer Magnesia verworfen hat und demselben Salze die Krystallform von sehr langen Parallelepipeden mit genau quadratischer Basis zugeschrieben hat. Ich konnte auf keine Art die letztgenannten Krystallformen erhalten.

Wahrlich, wenn wir uns an die Arbeit von Einbrodt wenden, so finden wir dort kein Bestreben möglichst grosse und deutliche Krystalle zu erhalten. Derselbe hat seine Krystalle unter dem Mikroscope beobachtet; sie waren also sehr klein und gewiss undeutlich: denn Einbrodt sagt (S. 119), dass die von ihm untersuchten Krystalle abgepresst (wahrscheinlich, zwischen Filtrirpapier, und folglich theilweise zerdrückt) wurden und stellenweise noch feucht waren.

Aber um eine Krystallform zu bestimmen muss man immer, wenn es möglich ist, grosse und gut ausgebildete Krystalle darzustellen suchen, und nur in solchen Fällen zum Mikroscope seine Zuflucht nehmen, wenn man eine kleine Menge von Verbindung zu seiner Disposition hat, oder wenn ziemlich grosse Krystallformen nicht darstellbar sind, was alles zu unrem Salze nicht passt.

Die krystallinische salpetersaure Talkerde wird vollständig durch Auspressen zwischen Filtrirpapier getrocknet; wenn das Wetter klar ist, so kann man auch die Krystalle durch die Sonnenhitze ganz von mechanischem Wasser befreien.

Das krystallinische Salz ist eine sehr zerfliessliche Verbindung. Von jener Eigenschaft konnte ich mich auf verschiedene Weise und bei mannigfaltigen Umständen überzeugen.

Den 26sten April, bei klarem Wetter, nahm ich eine ziemlich grosse Quantität von durch Auspressen zwischen Filtrirpapier gewonnenem und durch die Sonnenhitze getrocknetem Salze und stellte dasselbe im Schatten in einer Porcellanschale auf. Das Salz wurde nach einigen Stunden feucht; man konnte auch hin und wieder am Rande der Schale wasserhelle Tropfen bemerken. Ich habe einige Krystalle von der Schale weggenommen und auf ein Fensterglas gelegt: sie verwandelten sich bald in eine Flüssigkeit. Zum Abend desselben Tages wurde der Himmel mit Wolken bedeckt und es hatte geregnet. Am anderen Tage, bei klarem und trockenem Wetter, zerfloss aber das krystallisirte Salz auch recht bald. Wenn man zerflossene Krystalle der Sonnenhitze in einer Schale ausstellt, so werden dieselben nach ein Paar Stunden wieder fest.

Während meiner Arbeit habe ich hundert Mal und oft ganz regelmässige, grosse Krystalle genommen, um mich von der Zerfliessbarkeit des Salzes zu überzeugen; der Erfolg blieb immer derselbe: dass die salpetersaure Magnesia sehr zerfliesslich ist. Und es versteht sich von selbst, dass das Zerfliessen dieses Salzes, ebenso wie das Zerfliessen jeder anderen zerfliesslichen Verbindung bei feuchtem Wetter schneller als bei trockenem von Statten ging.

Was die Löslichkeit des krystallinischen Salzes im Wasser

betrifft, so habe ich frühere Angaben darüber ganz richtig gefunden; ich konnte aber nicht die Meinung von Graham von der Schwerlöslichkeit und die von Ure von der Unlöslichkeit des Salzes in Alkohol bestätigen: das krystallisirte und zwischen Filtrirpapier abgepresste Salz löste sich in ziemlich grosser Quantität, besonders beim Erwärmen, in Alkohol von 0,795 spec. Gew. bei 20° C. auf.

Die Zusammensetzung von salpetersaurer Magnesia, als $MgO, NO_5 + 6HO$, wurde von mir bestätigt.

4,16 Grm. krystallisirten, zwischen Filtrirpapier getrockneten Salzes wurden in einem bedeckten Platintiegel zuerst sehr langsam und schwach, zuletzt aber stark, bis zum Rothglühen, erhitzt. Es blieb 0,666 Grm. oder 16,00 Proc. Magnesia zurück.

2,645 krystallinisches Salz geben 1,24 Grm. schwefelsaurer Magnesia, was 15,95 Proc. Magnesia entspricht.

Um die Menge von Salpetersäure zu bestimmen, wurden 3,8 Grm. Salzes mit Schwefelsäure in einem gläsernen Retörtchen bis zum Trocknen destillirt, das erhaltene Destillat mit kohlensaurer Baryterde gesättigt, filtrirt und die Baryterde durch Schwefelsäure gefällt. Die geglühte schwefelsaure Baryterde machte 3,396 Grm. aus, was 41,49 Proc. Salpetersäure entspricht.

Die eben gefundenen Zahlen sind genau genug, um die längst bekannte, aber nicht streng bewiesene [5]), Formel von krystallinischer salpetersaurer Talkerde zu bestätigen:

	gefunden		berechnet
Magnesia	16,00	15,95	16,06
Salpetersäure	41,49		41,97
Wasser	42,54		41,97.

Bei 100° C. schmilzt das krystallinische Salz und fängt an sein Krystallwasser zu verlieren. Um das Verhalten der krystallisirten salpetersauren Magnesia gegen hohe Temperatur gründlich zu studiren, habe ich einige sehr langsame, aber ganz entscheidende Versuche ausgeführt:

---

5) Graham bestimmte nur den Magnesiagehalt: um die Formel aber festzustellen, musste er auch den Gehalt der Säure oder den des Wassers direct bestimmen.

3,703 Grm. krystallisirten, zwischen Filtrirpapier abgepressten Salzes wurden in einem Platintiegel im Luftbade bei 110 bis 115° C. erhitzt; nach 6 Stunden machte der Verlust 0,773 Grm. oder 20,87 Proc. aus, was 3 At. Wasser entspricht; der vierte At. ging erst nach $9^1/_2$stündiger weiteren Erhitzung bei 115 — 120° fort, das heisst, das Salz verlor in $9^1/_2$ Stunden noch 0,264 Grm. oder einen At. ungefähr Wasser; um nun den fünften Atom auszutreiben musste ich das zurückgebliebene Salz 59 Stunden bei 120 — 155° C. erhitzen. Ich brauchte also im Ganzen $74^1/_2$ Stunden, um fünf Atome Wasser aus der krystallisirten salpetersauren Magnesia bei 110 — 115° zu verjagen, oder mit anderen Worten, um das einfach gewässerte Salz zu erhalten. Wenn man das Erhitzen bei derselben Temperatur fortsetzt, so verliert das zurückgebliebene Salz nichts mehr; selbst bei 210° 5 Stunden erhitzt verlor dasselbe bloss 0,22 Proc. Die ausgetriebenen fünf Atome Wasser können unmöglich mit gleicher Kraft im Salze verbunden sein: dies folgt von selbst aus der Verschiedenheit der Zeit, welche zur Entfernung der drei ersten, des vierten und des fünften Atoms Wasser gebraucht wurde. Dasselbe kann man noch viel deutlicher aus folgender Tabelle ersehen.

Nach wie viel Stunden.	Bei welcher Temperatur.	Verlust für 3,703 Grm.	und für 100.
$4^1/_2$	110 — 115° C.	0,672 Grm.	18,14
$1^1/_2$	110 — 115° »	0,773 »	20,87
2	115 — 120° »	0,940 »	25,76
4	115 — 120° »	0,994 »	26,84
$3^1/_2$	120° »	1,037 »	28,00
2	115 — 120° »	1,073 »	28,97
7	120 — 125° »	1.115 »	30,11
8	120 — 125° »	1,143 »	30,89
8	120 — 125° »	1,150 »	31,05
8	140 — 150° »	1,196 »	32,30
8	140 — 150° »	1,238 »	33,43
8	140 — 150° »	1,263 »	34,10
4	145 — 150° »	1,286 »	34,72
6	150 — 155° »	1,300 »	35,10
5	210° »	1,308 »	35,10

Der vorletzte Verlust macht 35,10 Proc. oder 5 Atome Wasser ziemlich genau aus (5 At. Wasser = 34,96 Proc.).

Wenn man krystallinische salpetersaure Talkerde bei einer bedeutend höheren Temperatur, als die vorhergehende, erhitzt, so gehen fünf Atome Wasser in einer viel kürzeren Zeit fort: dies ist leicht aus folgenden Versuchen zu ersehen:

Nach wie viel Stunden.	Bei welcher Temperatur.	Verlust für 3,924 Grm.	und für 100.
$3^1/_2$	140° C.	0,545 Grm.	13,88
$1^1/_2$	200° »	0,951 »	24,23
$3^1/_2$	235° »	1,330 »	33,89
$1^1/_2$	235 — 245°	1,380 »	35,16

Der letzte Verlust entspricht 5 Aq.

Wenn man das zurückbleibende Salz länger erhitzt, so fängt mit dem sechsten Atome Wasser ein wenig Salpetersäure zu entweichen an, welche sich in salpetrige Säure und Sauerstoff zersetzt. Die Resultate des fortgesetzten Erhitzens:

Nach 2 St.	bei 235 — 245° C.	Verl.	1,422 Grm.	36,23	Proc.
» 6 »	» 235 — 245° »	»	1,473 »	37,53	»
» 2 »	» 245 — 250° »	»	1,500 »	38,22	»
» 3 »	» 250 — 255° »	»	1,705 »	43,45	»

Der zuletzt erhaltene Verlust macht 1,48 Proc. mehr aus, als welcher 6 Atomen Wasser entsprechen sollte. Dieser Ueberschuss mag von der entwichenen Säure abhängen.

Aus den vorhergehenden Versuchen folgt: dass die einfach gewässerte salpetersaure Magnesia dargestellt werden kann, was übrigens schon längst von Graham bewiesen worden ist [6]). Derselbe fand nämlich, dass 19,4 Grm. krystallisirten Salzes durch Erhitzen im Sandbade 6,60 Grm. verloren haben, was 35,10 Proc. oder 5 At. Wasser ausmacht.

Einbrodt verwirft die einfach gewässerte salpetersaure Magnesia, obgleich ihm die eben genannte Arbeit Graham's bekannt war. Er will in der Uebersetzung von Graham's Abhandlung (*Ann. der Ch. und Pharm. XXIX, pag.* 18) einen

6) Ann. der Ch. und Pharm. XXIX, 17 — 18.

Druckfehler in der Wasserangabe finden. Eine solche Meinung aber ist ganz unrichtig. Der Versuch, welchen Einbrodt in seiner Abhandlung anführt, um die Ungenauigkeit der Wasserbestimmung von Graham zu zeigen, passt gar nicht dazu: denn dieser Versuch wurde von demselben zur Bestimmung der Magnesia und nicht zur Bestimmung des Wassers ausgeführt. Die Zahlen 6,17 und 6, welche sich in der Abhandlung von Graham p. 18 finden, sollen gewiss alle beide die Atomenzahl von Wasser ausdrücken: und wirklich, die erstere davon 6,17, wie ich mich durch die Rechnung überzeugte, entspricht genau, in Atomenzahlen berechnet, der gefundenen Quantität Magnesia, und drückt folglich annäherungsweise die Atomenzahl vom Krystallwasser in salpetersaurer Talkerde aus. Wenn man sich die Mühe giebt, die Abhandlung Graham's ein wenig weiter zu lesen, so findet man dort auf derselben Seite, bloss einige Zeilen niedriger, den Versuch, den ich schon oben angeführt habe und der die Existenz von einfach gewässertem Salze am Genauesten beweist.

Ein anderer Beweis gegen die Existenz von einfach gewässerter salpetersaurer Magnesia führt Einbrodt aus seiner eigenen Arbeit an: er fand nämlich, «dass 11,1624 Grm. krystallinischen Salzes beim Erhitzen in einem Retörtchen, bis rothe Dämpfe sichtbar wurden, blos 3,81 Grm. verloren haben, indem die von ihm genommene Quantität Salzes 3,904 Grm. verlieren müsste, wenn das entwichene Wasser 5 Atomen entsprechen sollte.» Ich muss aber dabei folgende Bemerkung machen: wenn man die Quantität von Wasser direct und genau bestimmen will, so nimmt man nie dazu ein Retörtchen; dasselbe thut man besonders in dem Falle nicht, wenn das Retörtchen nicht stark genug erhitzt werden darf, um nicht alles Flüchtige daraus zu verjagen, und wenn man dabei noch eine Vorlage, wie Einbrodt es that, braucht. Denn es bleiben immer im Retörtchen selbst, ebenso wie auch im Halse desselben, Wasserdämpfe und kleine Wassertröpfchen, welche sich an den Wänden des Retörtchens sammeln, zum Theil zurückfliessen und das Gewicht der zurückgebliebenen Substanz vermehren. Aus diesen Gründen bekam Ein-

brodt einen Verlust, der weniger als 5 Atome Wasser ausmachte.

Das auf die oben beschriebene Weise erhaltene einfach gewässerte Salz stellt eine geschmolzene, durchsichtige, nach seinem Erkalten glasartige Masse dar, welche sich im Wasser und im Alkohol leicht und vollkommen auflöst. Wenn man das einfach gewässerte Salz in einem Platintiegel durch die Hitze einer Spirituslampe zu erhalten sucht, so trifft man schwer den Punkt, wo das krystallinische Salz bloss seine 5 At. verliert: es geht immer damit ein wenig Salpetersäure fort, was freilich nur von der Ungleichheit der Erwärmung in allen Punkten des Tiegels abhängig ist und was die falsche Meinung, dass etwas Salpetersäure früher fortgeht, als 5 Atome Wasser verjagt werden, erklärt.

Gehen wir jetzt zur wasserfreien salpetersauren Magnesia über.

Die Existenz von diesem Salze wurde von Graham angenommen; derselbe sagt nämlich in seiner Abhandlung »über Bildung von Alkoholaten« (*Schweiger's Ann. LV.* 195) folgendes: »es hat Schwierigkeiten, die salpetersaure Magnesia vollkommen zu entwässern, ohne zugleich eine gewisse Menge Säure auszutreiben und das Salz theilweise zu zersetzen.« .... »Indess ist eine theilweise Zersetzung dieses Salzes von keinem erheblichen Einfluss auf den Erfolg des Versuches, da der Alkohol nur den unzersetzten Theil des Salzes auflöst.« Graham hat aber keinen Beweis geliefert, dass das nach dem Erhitzen des sechsfach gewässerten Salzes Zurückgebliebene wirklich aus wasserfreiem Salze und Magnesia bestehe.

Einbrodt verwirft wasserfreie salpetersaure Magnesia, ohne einen einzigen Versuch darüber anzustellen: derselbe sagt (indem er sich wahrscheinlich auf die theilweise Zersetzung des Salzes bei einer hohen Temperatur gründet), dass »das wasserfreie Salz nicht erhalten werden könne« (*Ann. der Ch. und Pharm. LXV*, 116). Es ist freilich wahr, wie ich es auch oben gezeigt habe, dass schon bei 235 — 245° C. ein wenig Salpetersäure sich zu zersetzen anfängt. Dies beweist aber noch nicht, dass das 6te Atom Wasser nicht früher verjagt werden könne, ehe der ganze Gehalt an Salpetersäure zer-

setzt ist. Wir könnten also mit Graham annehmen, dass die beim Erhitzen des sechsfach gewässerten Salzes zurückgebliebene Substanz eine Mischung von wasserfreiem Salze und Magnesia sei. Eine blosse Annahme aber, wenn sie auch ganz richtig zu sein scheint, darf nie ohne directen Beweis in der Wissenschaft bleiben: aus diesem Grunde habe ich einige Versuche angestellt, um die Existenz von wasserfreiem Salze ganz entscheidend zu bestätigen, oder um dieselbe, als unrichtig, zu verwerfen.

Das sechsfach gewässerte Salz wurde in einer Porcellanschale zuerst schwach erwärmt; mit dem fortgehenden Verjagen des Wassers muss man aber die Flamme der Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge stärker und stärker machen, so dass die Temperatur zuletzt sehr hoch sein muss [7]). Um einen grossen Verlust der Säure zu vermeiden, muss die Flüssigkeit am Ende der Operation beständig mit einem Glasstabe umgerührt werden; dabei verwandelt sich die flüssige Masse nach und nach in eine feste, weisse Substanz, welche nur bei einer viel stärkeren Erhitzung schmilzt, wobei sie auch viel Säure frei zu machen anfängt. Das Festwerden der ganzen Masse ist das sicherste Zeichen, dass alles Wasser fortgejagt ist. Man lässt nachher die Schale ein wenig kalt werden und legt das zurückgebliebene, noch ziemlich warme Salz in eine Glasflasche mit einem gut geschliffenen Pfropfen ein.

Ich unterwarf die auf die eben beschriebene Weise erhaltene Verbindung einer Analyse: 3,598 Grm. davon liessen, in einem Platintiegel geglüht, 1,03 Gr. oder 28,90 Proc. Magnesia zurück, was 1,23 Proc. mehr ausmacht, als der Formel MgO, NO_5 entsprechen sollte.

5,09 Grm. desselben Salzes wurden in Wasser aufgelöst: alles löste sich dabei nicht auf; das Unlösliche wog, nach dem Trocknen im Sandboden, 0,25° oder 4,91 Proc. Zuerst glaubte

7) Ich konnte die Temperatur nicht genau bestimmen; man findet aber leicht durch Uebung den Punkt, wobei man die Flamme nicht mehr vergrössern darf. Freilich wissen wir schon, dass das sechste Atom Wasser bei 210° C. zu entweichen anfängt: im jetzigen Falle aber muss man eine viel höhere Temperatur haben, um die Entwässerung des Salzes zu beschleunigen.

ich, dass diese unlösliche Substanz Talkerde wäre: ich bemerkte aber, dass dieselbe beim Glühen salpetrige Säure abgab.

Die letztgenannte Bemerkung führte mich zu der Idee, dass vielleicht eine basische salpetersaure Magnesia existiren könnte. Zur Entscheidung dieser Frage habe ich eine genügende Quantität von der eben erwähnten unlöslichen Verbindung dargestellt: dieselbe war weiss, pulverförmig, unlöslich in Wasser, in Alkohol und in Alkalien, löslich in Säuren; beim starken Erhitzen gab sie salpetrige Säure und Sauerstoff, aber kein Wasser. 0,602° davon, im Sandbade zuerst getrocknet, liessen nach dem Glühen 0,322° oder 53,48 Proc. Magnesia zurück; folglich machte die fortgejagte Salpetersäure 46,52 Proc. aus. Diese Zahlen entsprechen sehr genau der Formel: $3MgO + NO5$.

	gefunden	berechnet
Magnesia	53,48	53,45
Salpetersäure	46,52	46,55

Damit wurde die oben besprochene Vermuthung von der Existenz einer basischen salpetersauren Magnesia gerechtfertigt.

Aus den vorhergehenden Facten kann man jetzt die Frage über die Existenz des wasserfreien Salzes ganz leicht entscheiden: wir haben gesehen, dass die durch ziemlich starkes Erhitzen sechsfach gewässerten Salzes erhaltene Mischung 4,91 Proc. dreibasischer salpetersaurer Magnesia enthält; die übrigen 95,09 Proc. können nur aus wasserfreiem Salze bestehen: denn 4,91 basischen Salzes enthalten 2,60 Magnesia, und 95,09 wasserfreien Salzes sollen der Rechnung nach 26,31 Magnesia geben; im Ganzen soll also die Mischung von beiden Salzen 28,91 Proc. Magnesia enthalten, was genau der oben gefundenen Quantität Magnesia entspricht. Folglich ist die Existenz von wasserfreier salpetersaurer Talkerde am deutlichsten bewiesen, obgleich dieselbe in freiem Zustande, ohne Beimischung von drei-basischem Salze, nicht darstellbar ist.

Das wasserfreie Salz löst sich in Wasser leicht auf, zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, löst sich vollkommen und mit

bedeutender Wärmeentwickelung in Alkohol auf. Nach dem Auflösen des wasserfreien Salzes in Wasser und nach dem Abdampfen bekommt man ein krystallinisches Salz, welches Krystallform, Zusammensetzung [8]) und überhaupt alle Eigengenschaften von gewöhnlichem sechsfach gewässertem Salze besitzt.

Wenn man krystallisirte salpetersaure Talkerde über concentrirter Schwefelsäure sehr lange Zeit stehen lässt, so bekommt man zuletzt zweifach gewässertes Salz, wovon ich mich durch folgende Versuche überzeugt habe: 4,87 Grm. krystallisirtes Salz wurden in einer Porcellanschale über Schwefelsäure stehen gelassen; nach ein Paar Tagen wurde das Salz undurchsichtig, fing an in Pulver sich zu verwandeln; nach 11 Tagen machte der Verlust 13,55 Proc., nach 18 Tagen 19,57 Proc., nach 21 Tagen 23,03 Proc., nach 29 Tagen 27,82 Proc., nach 33 Tagen 28,25 Proc., nach 37 Tagen wieder 28,25 Proc. und nach 40 Tagen noch ein Mal 28,25 Proc. aus; also hat das Salz in letzteren 7 Tagen nichts verloren, gewiss aus dem Grunde, weil dasselbe kein Wasser mehr über Schwefelsäure verlieren konnte.

Der ganze Verlust von 28,25 Proc. entspricht ziemlich genau 4 At. Wasser; nach der Formel sollte das Salz 27,97 Wasser verlieren, aber der kleine Ueberschuss von 0,28 Proc. mag nur von dem mechanisch beigemischten Wasser abhängig gewesen sein und das zurückgebliebene Salz muss durch die Formel $MgO, NO^5 + 2HO$ ausgedrückt werden.

Das zweifach gewässerte Salz stellt eine weisse, grob-pulverartige Substanz dar, zieht schnell Wasser aus der Luft an, löst sich in Wasser und in Alkohol vollkommen auf und macht dabei ziemlich viel Wärme frei; beim Erhitzen schmilzt sie zu wasserheller Flüssigkeit.

Bei meiner Untersuchung der salpetersauren Magnesia habe ich auch das sogenannte salpetersaure Bittererde-Ammoniak untersucht und ich habe dabei einige Resultate erhalten, die mir Werth genug zu haben scheinen, um dieselben dem gelehrten Publicum vorzulegen.

8) 2,317 Grm. krystallisirtes Salz liessen nach dem Glühen 0,37 Grm. oder 15,96 Proc. Magnesia zurück.

Fourcroy beschrieb noch im Jahre 1790 [9]) unter dem Namen: «*Nitrate ammoniaco-magnésien*» eine Verbindung, die er durch Zersetzung der einen Hälfte der salpetersauren Magnesia durch Ammoniak, oder des salpetersauren Ammoniaks durch Magnesia, oder noch durch das Zusammenmischen der Lösungen der beiden letztgenannten Salze erhalten hatte.

Graham konnte aber nicht durch die letztere Methode die Doppelsalze von salpetersaurer Magnesia mit andern salpetersauren Basen darstellen [10]): aus der Lösung schoss jedes der zusammengemischten Salze für sich an. Dadurch blieb also die Existenz von salpetersaurem Bittererde-Ammoniak zweifelhaft.

Um diese interessante Frage zu entscheiden, schien mir die von Graham gewählte Methode unbrauchbar zu sein: denn wir wissen nicht *a priori*, wie viel man salpetersaure Magnesia und salpetersaures Ammoniak zusammenmischen muss, um gerade ein Doppelsalz zu erhalten, und es kann möglich sein, wenn auch ein Doppelsalz existirte, dass wir, wenn wir zu viel von dem einen oder von dem andern Salze nehmen, eine Mischung von Krystallen aus dem Doppelsalze und aus dem einen der einfachen Salze erhielten. Es schien mir viel zweckmässiger, zur Darstellung des Doppelsalzes die Eigenschaft der salpetersauren Magnesia zu benutzen, der zu Folge die Magnesia durch einen Ueberschuss von Ammoniak nur theilweise niedergefällt wird.

Ich habe eine Auflösung salpetersaurer Talkerde durch einen Ueberschuss von kaustischem Ammoniak gefällt, die dabei erhaltene Flüssigkeit filtrirt und im Wasserbade concentrirt. Die zurückgebliebene Flüssigkeit reagirte neutral und gab nach dem Erkalten grosse, rhombische, nicht ganz ausgebildete Prismen. Dieselben wurden zwischen Filtrirpapier ausgepresst und der Analyse unterworfen. 2,227 Grm. davon liessen nach dem Glühen 0,341 Grm. oder 15,31 Proc. Magnesia zurück.

Obgleich dieselbe Menge Magnesia ziemlich gleich dem

9) Ann. de Chim. IV, 215.

10) Ann. der Pharm. XXIX, 18.

Magnesiagehalte in krystallisirter salpetersaurer Talkerde ist, so habe ich doch zuerst die eben erhaltene Verbindung für ein Doppelsalz angenommen: denn eine kleine Menge davon, mit kaustischem Kali erwärmt, gab Dämpfe, welche das geröthetete Lacmuspapier blau färbten. Ich bekam aber durch eine quantitative Ammoniakbestimmung so wenig von diesem Alkali, dass ich gleich meiner Meinung entsagen musste [11]): ich erhielt nämlich dabei nur 5,06 Proc. Chlorplatin-Salmiak oder 0,58 Proc. Ammoniumoxyd. Ein so kleiner Ammoniakgehalt konnte nur, ohne Zweifel, von einer mechanischen Beimischung des salpetersauren Ammoniaks abhängen.

Die von den obenuntersuchten Krystallen zurückgebliebene Flüssigkeit wurde über Schwefelsäure verdunstet: sie gab am andern Tage sehr feine, lange und biegsame Nadeln, unter denen man auch rhombische Prismen unterscheiden konnte. Die erstern Krystalle wurden sorgfältig ausgewählt und durch Abpressen zwischen Filtrirpapier getrocknet. Dieselben besassen alle Eigenschaften des salpetersauren Ammoniaks und liessen nach dem Erwärmen und nach dem Glühen 1,02 Proc. Magnesia zurück, was gewiss nur von der beigemischten salpetersauren Talkerde abhängig sein konnte.

Aus den vorhergehenden Versuchen scheint zu folgen, dass ein Doppelsalz von salpetersaurer Magnesia und salpetersaurem Ammoniak nicht existire. Und es ist mehr als wahrscheinlich, dass Fourcroy ein Gemenge von beiden letzgenannten Salzen für ein Doppelsalz genommen hat: wenigstens hat derselbe keine genaue Analyse davon geliefert; er konnte selbst in diesem Falle, dem damaligen Zustande der chemischen Analyse gemäss, ein blosses Gemenge von einer chemischen Verbindung schwierig unterscheiden.

Ich gehe jetzt zu den Alkoholaten über.

Wie erwähnt, Th. Graham hat eine schöne Entdeckung gemacht, dass einige wasserfreie Salze sich in Alkohol lösen und dass aus diesen Lösungen krystallinische Verbindungen

---

11) Um den Ammoniakgehalt zu bestimmen, erhitzte ich das oben erhaltene Salz mit einer Mischung von Kali und Kalkhydrat in einer Glasröhre und sammelte das Ammoniakgas durch Salzsäure.

von wasserfreiem Salze mit Alkohol erhalten werden können. Als Hauptbedingung des guten Erfolgs ist dabei, nach Graham, die vorausgehende Darstellung ganz wasserfreien Salzes und möglichst wasserfreien Alkohols nothwendig. In den Beispielen, welche ich ausgewählt habe, war es möglich, obgleich mit einigen Schwierigkeiten verknüpft, die beiden Bedingungen zu befriedigen, ich habe nämlich dazu salpetersaure Magnesia und Chlorcalcium genommen. Ich habe mich bloss auf diese zwei Salze beschränkt: denn meine anderen Beschäftigungen erlaubten mir nicht, diesen interessanten Gegenstand zur jetzigen Zeit vollkommen zu erschöpfen. Ich wollte nur bei meiner Untersuchung die Existenz von Alkoholaten, als chemische, nach stöchiometrischen Gesetzen zusammengesetzte Verbindungen ausser allem Zweifel setzen. Dieses Ziel wurde durch folgende Versuche erreicht.

Die nach der oben beschriebenen Methode dargestellte wasserfreie salpetersaure Magnesia wurde in Alkohol von 0,795 [12]) sp. Gew. bei 20° C. aufgelöst. Die Flüssigkeit erwärmt sich dabei nach und nach so stark, dass man kaum den Kolben, wo man das Salz auflöst, mit der Hand halten kann. Die erhaltene Lösung wurde gekocht und kochendheiss schnell und ohne Luftzutritt filtrirt. Ich bekam dabei eine wasserhelle Feuchtigkeit, die in einem Kolben gut verkorkt stehen gelassen wurde. Beim Erkalten bildeten sich darin einige sehr kleine Krystalle; um die Bildung derselben zu beschleunigen, stellte ich den Kolben in Eis, und bald darauf fing die Flüssig-

12) Es ist schwierig, beinahe unmöglich, einen ganz wasserfreien Alkohol darzustellen. Dasselbe sagt auch Graham in seiner Abhandlung «über die Alkoholate»: er hat nämlich verschiedene Methoden dazu gebraucht, und bekam immer einen Alkohol, der etwas Wasser enthielt. Ich habe den *Spiritus rectificatus* zuerst durch wasserfreies kohlensaures Kali entwässert und dann zwei Mal mit wasserfreiem Chlorcalcium im Wasserbade destillirt: und doch erhielt ich zuletzt den Alkohol, der von 0,795 sp. Gew. bei 20° C., also nicht ganz absolut war. Graham brauchte Alkohol, dessen sp. Gew. 0,796 bei 60° Far. gleich war. In Einbrodt's Abhandlung ist, wahrscheinlich durch einen Druckfehler, gesagt, dass Graham Alkohol von 0,976 anwandte (S. 116).

keit an fest zu werden, so dass ich nach einer Stunde eine krystallinische Masse aus dem Kolben herausnehmen konnte. Es war aber unmöglich, dabei die Krystallform von kleinen, zusammengruppirten Krystallen zu unterscheiden.

Die krystallinische Verbindung wurde zwischen Filtrirpapier so gut wie möglich ausgepresst (bis die Verbindung nicht mehr das Papier befeuchtete). Dieselbe stellte dann eine weisse, ziemlich weiche Masse dar, zeigte aber wenig Zusammenhang; beim Befühlen hatte sie viel Aehnlichkeit mit Margarin; beim Erwärmen schmolz sie zu einer wasserhellen Flüssigkeit und gab Dämpfe, welche sich entzünden liessen und fortbrannten, bis die Verbindung ganz trocken wurde.

2,262 Grm. von der oben dargestellten und Alkohol enthaltenen Verbindung liessen nach dem Glühen 0,218 Grm. oder 9,63 Proc. Magnesia zurück. Eine andere Bestimmung gab 9,55 Proc. Magnesia.

0,525 Grm. wurden mit Kupferoxyd verbrannt: ich erhielt dabei 0,646 Grm. Kohlensäure und 0,41 Grm. Wasser, was 33,60 Proc. Kohlenstoff und 8,67 Proc. Wasserstoff entspricht.

0,458 Grm. gaben, mit Kupferoxyd verbrannt, 0,565 Grm. Kohlensäure und 0,36 Wasser, oder 33,64 Proc. Kohlenstoff und 8,73 Proc. Wasserstoff.

Aus den vorhergehenden Zahlen kann man folgende Formel für die eben erhaltene Verbindung berechnen.

$$MgO, NO_5 + 3C_4 H_6 O_2.$$

	gefunden		berechnet
Magnesia	9,63	9,55	9,71
Salpetersäure [13])	25,16	24,95	25,39
Kohlenstoff	33,60	33,64	33,85
Wasserstoff	8,67	8,73	8,64
Sauerstoff	22,94	23,13	22,57

Also besteht der Alkoholat der salpetersauren Magnesia aus 1 At. salpetersaurer Magnesia und 1 At. Alkohol.

13) Da die Bittererde sich nur als salpetersaure Bittererde in der Verbindung mit Alkohol finden kann, so hielt ich es für überflüssig, die Menge von Salpetersäure direct zu bestimmen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass Graham ganz dieselbe Verbindung dargestellt hatte; er hatte aber keine genaue Analyse davon gemacht und aus dem Grunde die Zusammensetzung des Alkoholats zweifelhaft gelassen. Er bestimmte nämlich bloss den Gehalt an salpetersaurer Magnesia, indem er glaubte, dass der Alkoholat der salpetersauren Magnesia bei schwachem Erhitzen nur seinen Alkohol verliere. Dies kann aber unmöglich richtig sein: ich habe sehr vorsichtig und bei einem sehr schwachen Feuer die oben beschriebene Verbindung erwärmt und habe immer mit Alkohol das Fortgehen von wenig Säure wahrgenommen. Auch eine gewogene Quantität Alkoholat, bei 115° erhitzt, liess nur 26,06 Proc. (Graham hat 26,8 Proc. erhalten) zurück, indem dasselbe ungefähr 35 Proc. zurücklassen sollte, wenn keine Säure dabei fortginge. Aus diesem Grunde konnte die von Graham ausgeführte Formel für den Alkoholat der salpetersauren Magnesia nicht richtig gewesen sein.

Was die obenerwähnte Abhandlung von Einbrodt und seine Meinung von Alkoholaten betrifft, so gehen dieselben, nach dem was ich eben auseinandergesetzt habe, von selbst zu Grunde. Und es ist wirklich schwer zu begreifen, wie man die Möglichkeit von Alkoholaten verwerfen kann, ohne einen einzigen von ihnen darzustellen zu suchen. Freilich hat Einbrodt das Alkoholat der salpetersauren Magnesia zu erhalten gesucht, aber er ist dabei nicht der Vorschrift von Graham gefolgt, nach welcher man ein wasserfreies Salz nehmen sollte. Wenn man ein sechsfach gewässertes Salz nimmt, wie es Einbrodt that, so ist es kein Wunder, wenn man dabei keinen Alkoholat erhält: man müsste zuerst ein wasserfreies Salz darzustellen suchen und dann erst könnte man die Existenz des Alkoholats der salpetersauren Talkerde bestätigen oder widerlegen.

Zur Darstellung des Alkoholats der salpetersauren Magnesia muss ich noch folgende Bemerkungen zusetzen. Wenn man die Lösung von wasserfreier salpetersaurer Magnesia in Alkohol bei freiem Zutritt der Luft verdunsten lässt, so bekommt man nie einen Alkoholat von der oben angegebenen Zusammensetzung. Die Verbindung zieht dann immer aus der

Luft eine gewisse Quantität Wasser an und verliert einen Theil von ihrem Alkohol. Und wenn man eine Lösung von wasserfreier salpetersaurer Magnesia in Alkohol, oder das auf die oben beschriebene Weise dargestellte Alkoholat lange Zeit beim Zutritt der Luft stehen lässt, so bekommt man zuletzt eine krystallinische Masse, welche gar keinen Alkohol enthält. Das Alkoholat verliert dabei seinen Alkohol und verwandelt sich nach und nach durch die Feuchtigkeit der Luft in ein gewöhnliches sechsfach gewässertes Salz: wovon ich mich durch vielfach wiederholte Versuche und Analysen überzeugt habe. Das feste Alkoholat wird beim Zutritt der Luft zuerst feucht und flüssig, dann verwandelt es sich nach und nach in eine krystallinische Masse von sechsfach gewässerter salpetersaurer Magnesia, die zuletzt zerfliesst.

Aus diesen Gründen erhält man schwierig das feste Alkoholat der oben gegebenen Zusammensetzung, wenn der Wassergehalt des Alkohols mehr als 1 Proc. ausmacht. Ich habe einen Theil der Auflösung der wasserfreien salpetersauren Magnesia in Alkohol von 0,795 durch die Hitze einer Spirituslampe bis zur Syrupsconsistenz langsam verdunstet. Nach dem Erkalten in einem verschlossenen Raume bildeten sich darin keine Krystalle; wenn man aber die dickflüssige Masse der Luft aussetzte, so bekam man bald darauf die Krystalle von sechsfach gewässerter salpetersaurer Magnesia. Diese dickflüssige Verbindung lies nach dem Glühen 12,5 Proc. Magnesia zurück. Ebenso bildeten sich keine Krystalle mehr in der Flüssigkeit, welche nach der Darstellung des festen Alkoholats zurückblieb. Ich habe diese Lösung über Schwefelsäure stehen gelassen: nach 10 Tagen wurde dieselbe zähflüssig und gab auf ihrer Oberfläche nur einige blättrige Krystalle, deren Krystallform ich nicht unterscheiden konnte; die Menge von Krystallen vermehrte sich aber nicht, und nach 3 Tagen blieb immer die ganze Masse flüssig und durchsichtig. Der Magnesiagehalt dieser Verbindung machte 12,76 Proc. aus. Die Beständigkeit des Magnesiagehalts in den zwei letzterhaltenen Verbindungen lässt vielleicht die Existenz von einem Alkoholate voraussetzen, das aus salpetersaurer Magnesia, Alkohol und Wasser bestehen konnte: da ich aber keine Ele-

mentaranalyse davon gemacht habe, so kann ich zu jetziger Zeit nichts Bestimmteres von diesem Gegenstande sagen.

Die Darstellung des Chlorcalciums-Alkoholats ist mit mehr Schwierigkeiten verknüpft, als die des Alkoholats der salpetersauren Magnesia. Und wenn der dazu dienende Alkohol nur kaum 1 Proc. Wasser enthält, so offenbart sich die Gegenwart desselben schon störend auf die Bildung des Alkoholats und man bekommt nicht so leicht eine feste Verbindung von Alkohol mit Chlorcalcium.

Wasserfreies Chlorcalcium löst sich in Alkohol von 0,795 spec. Gew. bei 20° C. (der ungefähr 1 Proc. Wasser enthält) und macht dabei eine bedeutende Menge Wärme frei. Wenn man einen Ueberschuss von Chlorcalcium nimmt, so bekommt man beim Erwärmen eine gesättigte Lösung, welche nach dem Erkalten keine Krystalle giebt. Erst nach dem Abdampfen dieser Flüssigkeit bis zur Syrupsconsistenz bekam ich bei ihrem Erkalten eine feste Verbindung, die, zwischen Filtrirpapier abgepresst, eine weisse, ziemlich weiche Masse darstellte; der Luft ausgesetzt, zerfloss dieselbe sehr bald; beim Erwärmen gab sie Dämpfe, welche sich entzünden liessen; nach dem Glühen liess diese Verbindung 60,57 Proc. Chlorcalcium zurück.

In der Hoffnung, eine krystallisirte Verbindung von Alkohol mit Chlorcalcium zu erhalten, habe ich eine Lösung desselben in Alkohol von 0,705 bei 20° C. bereitet und über wasserfreiem Chlorcalcium unter der Glocke einer Luftpumpe in leerem Raume stehen gelassen: nach einigen Tagen wurde die Flüssigkeit dick- und zähflüssig, blieb aber ganz durchsichtig. Einen Theil davon habe ich abgegossen und den andern unter der Glocke zurückgelassen: der erstere wurde sogleich in einer verkorkten Flasche mit Eis umgeben. Bald darauf verwandelte sich die flüssige Verbindung zu einer krystallinischen, talgartigen Masse, welche aus der Flasche auf Filtrirpapier gelegt und so gut wie möglich abgepresst wurde. Diese Substanz besass alle Eigenschaften von der eben dargestellten Verbindung und liess nach dem Glühen 60,43 Proc. Chlorcalium zurück.

Der unter der Glocke zurückgebliebene Theil wurde nach 12 Tagen ganz trocken und fest; zerfloss schnell an der Luft, gab beim Erhitzen Dämpfe, welche sich entzündeten, und liess nach dem Glühen 60,54 Proc. Chlorcalcium zurück.

Die Beständigkeit des Chlorcalciumgehalts in den drei oben erhaltenen Verbindungen veranlasste mich, eine Elementaranalyse von einer derselben auszuführen. Ich wählte dazu die Verbindung, welche durch das Erkalten der unter der Glocke zuerst concentrirten Lösung erhalten wurde.

0,809 Grm. davon, mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt, gaben 0,523 Grm. Kohlensäure und 0,405 Grm. Wasser, was 17,62 Proc. Kohlenstoff und 5,56 Proc. Wasserstoff entspricht.

Wenn man das eben untersuchte Chlorcalcium-Alkoholat durch eine chemische Formel ausdrücken darf, so passt dazu am besten die folgende:

$$3\,Ca\,Cl + 2\,C_4\,H_6\,O_2 + 2\,aq.$$

	gefunden	berechnet
Chlorcalcium	60,57; 60,43; 60,54	60,19
Kohlenstoff	17,62	17,58
Wasserstoff	5,56	5,06
Sauerstoff	16,39	17,17.

Da der zur Darstellung des Chlorcalcium-Alkoholats angewandte Alkohol nicht ganz wasserfrei war, so könnte man vielleicht die eben erhaltene Verbindung als eine Mischung oder selbst als eine wahre chemische Verbindung von 2 ($Ca\,Cl + Cu_4\,H\,O_2$) mit $Ca\,Cl + 2\,aq.$ betrachten. Eine solche Annahme wird theilweise durch die Existenz der Verbindung $Ca\,Cl + 2\,aq.$, welche von Graham und von Mitscherlich dargestellt wurde, bestätigt. Ich musste aber auch, um consequent zu sein, die Existenz von $Ca\,Cl + C_4\,H_6\,O_2$ beweisen oder dieselbe als unrichtig verwerfen. Dieses Ziel habe ich durch folgende Versuche zu erreichen gesucht:

Der oben gebrauchte Alkohol von 0,795 wurde noch ein Mal über Chlorcalcium destillirt. Ich bekam dadurch den Alkohol, dessen sp. Gew. bei 23° C. 0,790 gleich war. In diesem Alkohol wurde wasserfreies Chlorcalcium beim Erwärmen

aufgelöst, die dabei erhaltene Lösung schnell abfiltrirt und in einem verkorkten Kolben mit Eis umgeben. Es bildete sich darin eine krystallinische Verbindung, welche, aus dem Kolben herausgenommen und zwischen Filtrirpapier abgepresst, eine weisse, weiche Substanz darstellte. Dieselbe hatte, was ihre physikalischen Eigenschaften betrifft, sehr viel Aehnlichkeit mit dem Alkoholat der salpetersauren Magnesia.

2,23 Grm. liessen nach dem Glühen 0,82 Grm. oder 37,58 Proc. Chlorcalcium zurück.

0,52 Grm. gaben, mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt, 0,615 Grm. Kohlensäure und 0,252 Grm. Wasser, oder 23,25 Proc. Kohlenstoff und 8,58 Proc. Wasserstoff.

Die oben gefundenen Zahlen entsprechen ziemlich genau folgender Formel: $Ca\,Cl + 2C_4\,H_6\,O_2$.

	gefunden	berechnet
Chlorcalcium	37,58	37,36
Kohlenstoff	32,25	32,56
Wasserstoff	8,58	8,14
Sauerstoff	21,59	21,94.

Durch diese Verbindung wird die oben ausgesprochene Vermuthung von der Existenz der Verbindung $Ca\,Cl + C_4\,H_6\,O_2$ nicht gerechtfertigt; und aus diesem Grunde ist es unmöglich zu entscheiden, ob die Verbindung $3\,CaCl + 2\,C_4\,H_6\,O_2 + 2\,aq.$ eine blosse Mischung vom Alkoholat und wasserhaltigem Chlorcalcium, oder eine wahre chemische Verbindung sei.

Aus den vorhergehenden Untersuchungen scheint es am deutlichsten zu folgen, dass die von Graham entdeckten Verbindungen des Alkohols mit einigen wasserfreien Salzen, die sogenannten Alkoholate, wirklich existiren, und dass dieselben nicht, wie es Einbrodt meint, als blosse Gemenge, als ein Haufwerk kleiner Krystalle des gewöhnlichen gewässerten Salzes, welche eine Lösung des Salzes in Weingeist aufgesogen haben, zu betrachten seien!

Und obgleich man dem Namen, Alkoholate, nicht den Begriff von dem Vertreten des Wassers durch Alkohol, Equivalent für Equivalent, zuschreiben darf, so kann man doch diese

Benennung für die oben untersuchten Verbindungen als die am besten passende beibehalten.

Aus meiner Arbeit können folgende Hauptschlüsse gezogen werden:

1) *Die sechsfach gewässerte salpetersaure Magnesia krystallisirt nicht, wie es Einbrodt meinte, in sehr langen Parallelepipeden mit genau quadratischer Basis; dieselbe bildet aber, wie es schon seit lange bekannt war, rhombische Säulen, zwischen denen, wie ich mich überzeugt habe, man auch andere abgeleitete Krystallformen von ein- und ein-axigem Krystallisationssystem finden kann.*

2) *Die sechsfach gewässerte salpetersaure Magnesia ist, Einbrodt's Angaben entgegen, ein sehr zerfliessliches Salz.*

3) *Die einfach gewässerte salpetersaure Magnesia ist, wie es auch früher von Graham bewiesen wurde, leicht darzustellen: dadurch wird also die entgegengesetzte Meinung von Einbrodt widerlegt.*

4) *Die Darstellung wasserfreier salpetersaurer Magnesia ist auch mit keinen grossen Schwierigkeiten verknüpft, obgleich dieselbe ohne Beimischung von basischem Salze nicht darstellbar ist. Dieser Umstand aber hat keinen nachtheiligen Einfluss auf die Darstellung des Alkoholats der salpetersauren Magnesia. Die Existenz von wasserfreiem Salze wurde also von Einbrodt ohne allen Grund verworfen.*

5) *Ueber Schwefelsäure verliert die sechsfach gewässerte salpetersaure Magnesia 4 At. Wasser und es bleibt zuletzt zweifach gewässertes Salz zurück.*

6) *Bei der Zersetzung der wasserfreien salpetersauren Magnesia bildet sich zuerst durch die Hitze ein dreibasirtes Salz, welches zuletzt in Salpetersäure (salpetrige Säure und Sauerstoff) und Magnesia zerfällt.*

7) *Die alte Meinung von Fourcroy über die Existenz des Doppelsalzes von salpetersaurer Magnesia und salpetersaurem Ammoniak muss verworfen werden.*

8) *Wasserfreie salpetersaure Magnesia bildet mit Alkohol eine Verbindung, ein Alkoholat, das aus 3 At. Alkohol und 1 At. wasserfreier salpetersaurer Magnesia besteht. Es ist wahr-*

scheinlich, dass auch eine Verbindung von salpetersaurer Magnesia, Alkohol und Wasser existire.

9) *Wasserfreies Chlorcalcium, in beinahe ganz wasserfreiem Alkohol aufgelöst, bildet ein Alkoholat, das aus* 2 *At. Alkohol und* 1 *At. Chlorcalcium zusammengesetzt ist. Man kann auch mit grosser Wahrscheinlichkeit die Existenz von einem andern Chlorcalcium-Alkoholat annehmen, das aus* 3 *At. Chlorcalcium,* 2 *At. Alkohol und* 2 *At. Wasser bestehe; folglich*

10) *sind die von Graham entdeckten Verbindungen, die er Alkoholate nannte, keine mechanischen Gemenge, aber sie sind wahre chemische Verbindungen; es ist wohl wahr, dass derselbe keine ausführliche Analysen davon geliefert hat, und aus diesem Grunde Gelegenheit gegeben hat, die Richtigkeit der Zusammensetzung der Alkoholate zu bezweifeln; dadurch war man aber nicht berechtigt, ohne einen einzigen Versuch ausgeführt zu haben, die Existenz dieser interessanten Verbindungen ganz zu verwerfen.*

Charkow, Juli 1849.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. VIII. No.* 9 und 10.)

$\frac{8}{20}$ Januar 1847.

Ueber Hrn. Sartorius von Waltershausen's Atlas des Etna. Bericht des Akademikers von HELMERSEN.

Herr Sartorius Freiherr von Waltershausen, der zehn Jahre hindurch den Etna in Sicilien in physikalisch-geographischer Hinsicht sorgfältig untersucht hat, ist nunmehr zu der Veröffentlichung seiner Beobachtungen geschritten und hat der Akademie bereits im Jahre 1845 das erste Heft eines grossen Atlasses übersandt, der Karten und Ansichten des Etna und seiner Umgebungen enthalten wird.

Die Klasse beauftragte mich damals über das Werk des Herrn von Waltershausen zu berichten. In einem, die Sendung begleitenden Schreiben an die Akademie sagt der Herr Verfasser, dass die Herausgabe des Ganzen von 1845 an noch sieben Jahre erfordern, und dass jährlich nur eine Abtheilung erscheinen werde. Da nur eine einzige Lieferung vorlag, verschob ich meinen Bericht bis jetzt, in der Hoffnung die zweite Lieferung dieses schönen Atlasses und den zu ihm gehörigen Text im Laufe des Jahres 1846 anlangen zu sehn, und so eine weitere Einsicht in das Werk zu erlangen. Da dieses aber nicht geschah und ein ferneres Schweigen von dem Verfasser des Werkes leicht missdeutet werden könnte, so habe ich mir die Ehre gegeben meinen Bericht der Klasse schon jetzt vorzulegen.

Das eingesandte Heft in Royal-Folio führt auf seinem Umschlage den Titel: *Atlas de l'Etna par Sartorius de Waltershau-*

sen, assisté de Mrs Cavallari, Peters et Roos. Goettingue 1845 und enthält

1) Auf drei Bogen eine in französischer Sprache verfasste Ankündigung des ganzen Werkes, mit ausführlichen Hinweisungen auf die Vorarbeiten und den Zweck, und eine ausführliche, raisonnirende Erklärung der Tafeln.

2) Zwei Blätter einer grossen topographischen Karte des Etna im Maasstabe von $^1/_{50000}$. Auf dem ersten Blatte ist Acicastello, auf dem zweiten Nicolosi mit seinen Umgebungen dargestellt. Dann folgen:

3) Zwei allgemeine Ansichten des Etna, eine südliche von Catania aus und eine westliche von Bronte, zwei Ansichten der Cyclopeninseln auf einem Blatte, ferner eine Ansicht der Serra Solfizio und der Rocca Musarra aus dem Vol di Bue, und endlich eine Ansicht des Thales von St.-Giacomo.

Die einleitenden Bemerkungen, welche der Verfasser dieser ersten Lieferung des Atlasses beigefügt hat, geben ein erfreuliches Zeugniss nicht nur von der Sorgfalt und Liebe, mit welcher er seinen Gegenstand unablässig verfolgt hat, sondern auch von der strengen Wissenschaftlichkeit, mit der er ihn zu behandeln wusste.

Thätige Vulkane von bedeutender Ausdehnung, wie der Etna, sind auch dann noch häufigen Veränderungen ihrer Gestalt und Höhe, besonders in der Eruptionsgegend, unterworfen, wenn die eruptive Kraft derselben im Allgemeinen abgenommen hat. Es ist schon von Interesse und für gewisse Kapitel in der Lehre von den vulkanischen Erscheinungen von Wichtigkeit, ein genaues Maass und Bild derjenigen Veränderungen zu erhalten, die unserer Zeit angehören. Will man aber, unter Benutzung geschichtlicher Daten und durch Vergleichung derselben mit dem gegenwärtigen geognostischen Bestande des Vulkans, auch über seine Veränderungen einer längst verflossenen Periode genaue Rechnung halten, und will man, was mir noch wichtiger scheint, zukünftigen Beobachtern ein treues und correctes Bild eines solchen Berges zur Vergleichung hinterlassen, so reicht dazu die geognostisch-mine-

rologische, von einigen Zeichnungen begleitete Beschreibung nicht hin, sondern man muss die Mathematik und Physik zu Hülfe rufen. Diess scheint Herr von Waltershausen erkannt zu haben, und dieses der sichere Standpunkt zu sein, auf den er sich schon beim Beginne seiner mühevollen Arbeit stellte, denn wir erfahren, dass die Karte auf einer sorgfältig ausgeführten Triangulation beruht, die von einer durch Herrn von Waltershausen und Herrn Listing in der Nähe von Riposto am Meere gemessenen Basis ausging, und über einen Raum von 58000 Meter in die Länge und 48000 in die Breite ausgedehnt wurde. Auf diesem Raume wurde durch die Herren Waltershausen und Cavallari die Lage von 29 Hauptpunkten bestimmt, während die Herren Peters und Roos das Detail bearbeiteten. Ueberhaupt wurden auf diese Messungen, die Detailaufnahme und Kartirung von diesen vier Personen eben so viel Jahre verwendet. Eine vorläufige Berechnung der Messungen ward schon in Sicilien, die definitive aber erst in Deutschland nach der Rückkehr des Verfassers ausgeführt.

Der Text zu diesem Atlas wird den Titel führen: *L'Etna et ses révolutions*, und aus folgenden Hauptabschnitten bestehn:

1) Beschreibung der geodätischen Arbeiten mit Angabe der Berechnungsmethode,

2) Schilderungen der physikalisch-geographischen Verhältnisse des Berges, barometrische Höhenmessungen u. s. w.

3) Eine detaillirte topographische Beschreibung des Berges mit Beziehung auf die Karte und die Geschichte seiner Eruptionen von den ältesten Zeiten bis auf die neueste.

4) In dem letzten Abschnitte wird der Verfasser die geologische Theorie des Etna, seine Struktur, sein Alter, seine allmäligen Veränderungen und seine verborgene Thätigkeit zu entwickeln, und endlich durch eine Vergleichung des Etna mit andern, sowohl thätigen als bereits erloschenen Vulkanen Südeuropa's, einige Aufklärungen über die vulkanische Thätigkeit der Erde überhaupt zu geben versuchen.

Was die künstlerische Ausführung der Karte und der Ansichten anbelangt, so ist sie meisterhaft. Obgleich die letztern nur in Umrissen gegeben sind, so hat die kluge Behandlung und sichere Hand des Herrn Cavallari diese einfachen Linien zu grossen, anschaulichen Bildern zu vereinigen gewusst, die den Eindruck ausgeführter Landschaften machen. Ich erinnere mich nicht Bilder gesehn zu haben, welche die Luftperspektive besser ausdrückten.

Die Klasse wird mir, so darf ich hoffen, darin beistimmen, dass man nach dem, was bereits vorliegt, von Herrn von Waltershausen eine höchst werthvolle, belehrende Arbeit erwarten kann, durch die er sich ein dauerndes, wohlbegründetes Verdienst um die Wissenschaft sichern wird. Auch wird die Klasse ihm den verdienten Dank für seine Sendung nicht verweigern.

Ich möchte diesen Bericht nicht ohne die Bemerkung schliessen, wie lebhaft ich durch das von Herrn von Waltershausen Mitgetheilte an die Arbeiten des Professor Abich im vulkanischen Gebiete Armeniens erinnert worden bin. Von derselben sichern Grundlage ausgehend, hat Herr Abich den Ararat, der manche Analogie mit dem Etna zeigt, mit mathematischer Schärfe untersucht, und eine detaillirte Karte dieses Berges und seiner Umgebungen entworfen, die auf zahlreichen, geodätischen Vermessungen beruht. Zu seinen geologischen Untersuchungen brachte er eine durch eigene Anschauung gewonnene Kenntniss des Vesuvs und Etna mit und wir erwarten von ihm mit Recht die gediegenste Arbeit, die jemals über das merkwürdige armenische Hochland geliefert worden ist.

8ten Januar 1846.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. VIII. No.* 10.)

$\frac{10}{22}$ Août 1849.

Rapport adressé a l'Académie des sciences, relatif a l'observatoire physique central, fondé auprès du corps des mines, par A. T. KUPFFER.

Depuis que les études magnétiques ont pris une si large part dans les explorations scientifiques, la Russie a été pour ainsi dire la terre promise des magnéticiens. Tout le monde sait, que les premières tentatives à rassembler les élémens d'un tableau général de la distribution du magnétisme sur la surface terrestre ont été faites par mer. Sur un vaisseau, l'observateur se transporte avec facilité, avec tous ses instrumens, sur les lieux les plus éloignés; de combien de difficultés au contraire une exploration dans l'intérieur du continent est-elle environnée? il y a de mauvais chemins, il y a des antipathies nationales; on se trouve isolé au milieu de peuples dont on ne connaît pas la langue; on court mille risques en traversant un pays, habité par des peuples barbares. Or les points les plus intéressans pour le magnétisme terrestre, sont précisément situés sur le continent. C'est donc une circonstance bien heureuse pour l'étude des phénomènes magnétiques, qu'il y ait dans l'hémisphère boréal un pays d'une immense étendue, embrassant 180° en longitude, offrant la plus grande variété dans la configuration des lignes magnétiques, qu'on puisse rencontrer, et enveloppant pour ainsi dire de ses larges replis

un des pôles magnétiques de la terre (si l'on peut continuer d'appeler ainsi un des points où l'intensité magnétique atteint un maximum) et que cette immense étendue territoriale soit placée sous la domination d'un Prince qui protège les sciences et dont le gouvernement est assez fort, pour qu'on puisse visiter sans aucun danger les parties les plus reculées de Son empire. Il ne faut donc pas s'étonner, que les études magnétiques aient d'abord voyagé en Sibérie à l'aventure et à la suite d'autres buts scientifiques, fait ensuite des explorations systématiques, et qu'elles s'y soient enfin fixées à demeure. La Russie présente des avantages non moins importans aux études météorologiques. La Russie forme une très grande partie de l'ensemble des deux continens qui n'en forment qu'un seul, de l'Europe et de l'Asie; elle en comprend presque toute la partie boréale et elle en enveloppe le centre. Il n'existe donc pas de pays plus favorablement situé pour l'étude du climat continental. Or le climat de la plus grande partie de l'Europe, qu'est-il autre chose que le passage du climat continental au climat des côtes? La marche des phénomènes météorologiques, observés en Sibérie, montre une régularité, qui diminue à mesure qu'on s'avance vers la côte; les températures sont plus constantes, parce que les vents n'en troublent pas si souvent le cours; la pression athmosphérique suit une loi qui promet de devenir la clef de bien des problèmes météorologiques. Pour découvrir une loi dans les variations mensuelles de la hauteur barométrique en Europe, il faut prendre la moyenne de plusieurs années; dans le cours d'une seule, les perturbations fortuites sont assez nombreuses, pour la cacher complètement; mais en Sibérie il y a un maximum très prononcé à l'hiver et un minimum aussi prononcé à l'été. Il ne faut pas pour cela se précipiter d'établir une relation entre la marche des températures et de la pression atmosphérique; des observations faites également par des observateurs russes, sur la côté nord-ouest de l'Amérique, à Sitka, ont démontré, que dans cette localité le baromètre suit une marche inverse: il se tient régulièrement plus haut à l'été qu'à l'hiver. Mais ce n'est pas ici l'endroit de tirer des résultats de ces observations curieuses.

La position de notre pays, si favorable aux recherches magnétiques et météorologiques, nous impose une haute mission scientifique, celle de l'explorer et de porter à la science un tribut proportionel aux grands moyens dont nous disposons. Pour faire voir, comment nous nous sommes acquittés de ce devoir, je me permettrai de rappeler ici les époques principales du développement successif des études magnétiques, depuis que l'esprit d'association a étendu ses bienfaits sur cette branche importante des connaissances humaines; car c'est bien ce nouvel élément introduit dans nos moyens de succès, qui distingue notre époque de toutes les époques antérieures.

Si l'on peut appeler association un accord mutuel passé entre deux observateurs très éloignés l'un de l'autre, de suivre en même temps la marche des mêmes phénomènes, et de se communiquer ensuite les observations, pour voir, si l'on ne peut pas en tirer quelque résultat intéressant, les premières associations magnétiques ont été formées par Graham à Londres et à Upsala, et après un très long intervalle, en 1823, entre M. Arago et moi. Le résultat de ces associations a été la découverte de la simultanéité des mouvemens irrégulaires de l'aiguille sur des points très distants, Londres et Upsala, Paris et Kazan.

Pour vérifier cette loi, M. de Humboldt a fondé en 1828(*), une première assotiation allemande, dont le centre était Berlin, où les observations furent dirigées par M. de Humboldt lui-même. On construisait des observatoires spécialement affectés et appropriés à ce genre d'observations. Les jours d'observation furent fixés d'avance, on observa d'heure en heure, jour et nuit, mais non pas aux mêmes instans, les heures étant réglées partout sur le temps moyen du lieu. De cette manière on était sûr d'avoir des observations correspondantes, mais on n'était pas sûr de tomber sur un jour remarquable par de fortes irrégularités. En 1828, il n'y eut que deux séries d'observations, le 2 Novembre et le 2 et 3 Décembre, à Freyberg et à Marmato (Colombie); dans ce dernier endroit on a observé trois fois par jour seulement. Dans la première moitié de

*) Voyez Annales de Poggendorf T. XIX. pag. 357.

l'année 1829, on a fait des observations correspondantes à Berlin et à Freyberg (en Saxe); mais ce ne fut que dans la deuxième moitié de la même année, que ces observations acquirent une grande importance, par l'immense étendue de leur réseau; M. de Humboldt, à l'occasion de son célèbre voyage en Asie, invita personellement l'Académie de St.-Pétersbourg, à concourir dans son entreprise; et aussitôt des observatoires magnétiques furent construits à St.-Pétersbourg, à Kazan, à Nicolaieff et à Sitka (côté N. O. de l'Amérique).

Dans tous ces observatoires, la marche de l'aiguille de déclinaison seule fut observée, à l'exception de St.-Pétersbourg, où l'on suivit aussi la marche de l'aiguille d'inclinaison (*).

Une deuxième association allemande fut créée par M. Gauss à Goettingue. L'impulsion que M. Gauss a donné aux études magnétiques, fut forte et durable; en découvrant une méthode exacte pour déterminer la valeur absolue de l'intensité horizontale, en introduisant dans l'observation de la déclinaison et de ses variations horaires un nouveau principe, celui de la réflexion, qui permet d'observer la marche de l'aiguille à une grande distance, et par conséquent d'isoler mieux un instrument aussi délicat; en nous offrant enfin un moyen tout nouveau, pour observer avec une grande précision et à des instans aussi rapprochés, que l'on veut, les variations de l'intensité horizontale, M. Gauss a donné à l'étude des phénomènes magnétiques cette rigueur mathématique et cette profondeur, qui seule a pu en faire une science à part, un vaste champ d'explorations nouvelles, réclamant à juste titre l'attention exclusive des savans, qui ont été appelés à s'en occuper.

L'association magnétique de Goettingue, qui n'existe plus dans ce moment, a introduit des observations rigoureusement simultanées, les horloges de tous les observateurs étant réglées sur le temps moyen de Goettingue; elle a multiplié les observations, qu'on faisait de 5 en 5 minutes au lieu de les faire

*) Voyez Recueil d'observations magnétiques faites dans l'étendue de l'Empire de Russie par M. Kupffer et ses collaborateurs.

d'heure en heure; on n'observait pas seulement les variations de la déclinaison, mais aussi celles de l'intensité horizontale.

Quoique les nouvelles méthodes de M. Gauss furent généralement appréciées, ce ne fut cependant qu'en Russie, qu'elles devinrent la base d'un nouveau système d'observations quotidiennes.

Par ordre du Comte Cancrin, qui était alors chef du Corps des ingénieures des mines, des observatoires magnétiques furent fondés à St.-Pétersbourg (auprès de l'Institut des mines), à Cathérinebourg, à Barnaoul, à Nertschinsk. Celui de St.-Pétersbourg devait servir de modèle aux autres, et les officiers, qui devaient faire les observations, reçurent dans cet observatoire les instructions pratiques nécessaires. Ce qui distingue surtout ce système d'observations de tous ceux, qui l'ont précédé, c'est la combinaison du magnétisme terrestre et de la météorologie. Quoique l'existence d'une étroite liaison, très probable d'ailleurs, entre les phénomènes magnétiques et météorologiques ne soit pas encore irrécusablement démontrée, cette réunion en un seul corps de toutes nos études relatives aux phénomènes physiques, que la surface terrestre présente aux investigations de l'esprit humain, me paraît assez importante pour y voir le commencement d'une nouvelle époque dans l'histoire des sciences d'observation.

L'étude des phénomènes magnétiques et météorologiques dans leur ensemble a besoin de moyens extraordinaires, d'établissemens spéciaux, et dès lors, elle se développe indépendamment des autres branches de la physique et forme une science à part.

Après la fondation de nos observatoires magnétiques de Sibérie, M. de Humboldt, s'appuyant de l'exemple de la Russie, a invité la Société Royale de Londres à établir des observatoires magnétiques semblables en Angleterre et dans ses colonies. L'Angleterre a répondu à cet appel d'une manière digne de sa haute position; il suffira de dire, qu'elle a prêté à la science ses immenses ressources, et qu'elle a pris dans ces nouveaux travaux la part qui revenait à sa supériorité de force et d'activité intellectuelles; la Russie à pu se

souvenir à cette occasion et s'en est souvenu avec reconnaissance, qu'elle est la fille cadette de la civilisation européenne.

M. Herschel, président de la commission nommée au sein de la Société Royale pour délibérer sur les propositions de M. de Humboldt et pour aviser aux moyens de leur exécution, a tracé un brillant tableau *) de ce que le gouvernement anglais a fait à cette occasion: des observatoires magnétiques sont fondés à Dublin, à Greenwich, à Toronto dans le Canada, à Ste-Hélène, au Cap de bonne Espérance, à la Terre de Van Diemen; la Compagnie des Indes orientales en fait construire à Bombay, Madras, Luknow, Singapour, Simla; un prince hindou, le Rayah de Travancore, en crée un à Trevandrum, qu'il place sous la direction d'un astronome anglais distingué. Des instrumens magnétiques sont fournis à l'observatoire astronomique de Breslau, et aux observatoires magnétiques nouvellement fondés à Alger, au Caire et à Cadix. Deux vaisseaux, l'Erebus et le Terror, sont expédiés vers le pôle austral pour faire une reconnaissance magnétique de ces contrées inconnues encore — en un mot, on ne néglige rien, pour rendre cette grande entreprise aussi complète que possible. En Allemagne, on fonde un observatoire magnétique et météorologique à Munich, un autre à Prague.

Sur tous les points cités, les observations devaient être faites chaque heure, jour et nuit; il était prudent d'assigner un terme à une tâche aussi forte, se promettant de discuter plus tard, après une expérience de quelques années, la nécessité de continuer sur la même échelle; il était important d'organiser sur le même plan les observatoires russes, dans lesquels on avait observé jusqu'à présent pendant le jour seulement. Dans une conférence tenue à Goettingue sous la présidence de M. Gauss, le plan des observations à faire fut arrêté pour trois ans, entre MM. Sabine, Lloyd et moi, envoyés par les deux gouvernemens, pour le discuter ensemble; à la sollicitation du gouvernement russe, ce terme fut plus tard reculé jusqu'à la fin de l'année 1845.

---

*) Voyez Edinburgh Quarterly Review No. CXXXI. June 1840.

Aussitôt que le nouveau plan d'observation, concerté entre nous à la conférence magnétique de Goettingue, fut communiqué à notre gouvernement, celui-ci prit les mesures nécessaires, non seulement pour rendre nos observations exactement conformes à celles des observatoires anglais, mais aussi pour étendre encore d'avantage le réseau des stations magnétiques. L'administration des mines fournit des instrumens magnétiques à l'observatoire astronomique de l'université de Kazan, et à la Compagnie russe-américaine, pour établir des stations magnétiques à Kazan et à Sitka (côté nord-ouest de l'Amérique); elle créa un observatoire magnétique à Tiflis en Géorgie; à mon invitation, un nouvel établissement de ce genre, très complet, fut fondé à Hélsingfors en Finlande.

Outre les points nommés, consacrés en même temps aux études magnétiques et météorologiques, il fut encore créé un grand nombre de stations purement météorologiques. Les établissemens, fondés par l'administration des mines, doivent être cités en première ligne: les observatoires de Bogoslovsk et de Zlatooust, tous deux sur le versant oriental de l'Oural; celui de Lougan, dans un pays de steps, dans le midi de la Russie européenne; et enfin l'observatoire de la mission russe à Péking, capitale de la Chine; sur tous ces points on observe toutes les deux heures, mais seulement pendant la journée. Nous donnerons plus tard la liste des stations météorologiques, établies aux gymnases et écoles, par les ministres de l'instruction publique, de la guerre et des domaines, où l'on fait des observations plus ou moins complètes trois ou quatre fois par jour.

A l'approche de l'époque qui devait mettre un terme à nos observations magnétiques, je proposai à l'association britannique, de convoquer un comité magnétique, composé, autant que cela se pouvait, non seulement des directeurs des principaux observatoires magnétiques du monde, mais aussi d'autres physiciens distingués, dont les conseils pouvaient nous devenir précieux; au sein de ce comité, on devait discuter, si les observations seraient continuées sur le même pied, ou après avoir réduit le nombre des observateurs, et s'il n'y avait pas lieu de changer quelques méthodes d'observation, qui, à

l'épreuve de l'expérience, s'étaient trouvées insuffisantes. A ce comité, il fut décidé de continuer les observations sur le même pied (à quelques exceptions près) encore pendant trois ans, c'est-à-dire jusqu'à la fin de 1848, et de prendre dans cet espace de temps, les mesures nécessaires, pour faire de nos observatoires magnétiques et météorologiques des établissemens stables et consacrés à jamais à l'étude de ces deux branches importantes des sciences physiques.

Voici comment nous sommes arrivés sans interruption à l'année 1849, où notre grande entreprise a reçu l'organisation actuelle.

Le tableau, que je viens de faire des progrés rapides, que les études magnétiques et météorologiques ont fait dans notre pays, de l'impulsion qui a été donnée à cette occasion à d'autres états de l'Europe, fait voir que nous avons compris notre mission, que nous avons mesuré d'avance l'importance des intérêts scientifiques, qui nous lient à notre grande entreprise. Mais nous avons encore fait un pas de plus. Nous avons senti que pour établir sur une base à jamais solide des recherches, dont l'objet est si vaste, pour coordonner tant de travaux, exécutés sur des points si distans, et pour en tirer tous les résultats qu'ils puissent fournir dans leur ensemble, il fallait un établissement propre à ramener à un centre commun tout ce qui se fait en Russie pour la météorologie et le magnétisme terrestre. Une telle institution a été fondée auprès du corps des mines, et est entrée en activité dès le 1 Juillet de cette année: un court exposé du but qu'elle se propose d'atteindre, mettra l'Académie en état de juger de son opportunité dans l'état actuel des sciences d'observation.

L'observatoire physique central a été fondé, en premier lieu, pour diriger tous les observatoires magnétiques et météorologiques, qui sont du ressort du corps des mines; mais sa sphère d'activité ne se borne pas là: tous les observatoires magnétiques et toutes les stations météorologiques de l'empire, à quel ministère qu'ils appartiennent, peuvent s'adresser directement à l'observatoire physique central, pour obtenir les instructions nécessaires et pour être dirigés vers le même

but d'une manière uniforme. Tous ces observatoires et toutes ces stations enverront, comme les observatoires des mines, leurs journaux d'observation à l'observatoire central, pour être collationnés, rédigés, calculés et imprimés dans ses annales. Tous les instrumens distribués aux observatoires magnétiques et aux stations météorologiques de l'empire, seront confectionnés sous les yeux du directeur de l'observatoire central, et comparés par lui aux instrumens normaux confiés à ses soins. Il fera de temps en temps des voyages d'inspection, pour s'assurer de l'état des observatoires fondés dans la province; il est autorisé à fournir des instrumens aux physiciens, qui font partie d'expéditions scientifiques, ordonnés par le gouvernement; il donne des instructions à tous ceux, qui lui en demandent. Les officiers des mines, désignés comme directeurs des observatoires magnétiques et météorologiques des mines, sont préparés à l'observatoire central; tous les autres établissements du même genre peuvent envoyer leurs directeurs à l'observatoire central, pour y prendre connaissance des meilleures méthodes d'observation, et pour s'exercer.

On essaie à l'observatoire central, avant de les introduire, toutes les nouvelles méthodes d'observation: on s'occupe de leur perfectionnement. Enfin, il y a à l'observatoire physique central une collection complète de tous les instrumens de précision et un emplacement convenable pour faire des recherches dans toutes les branches de la physique, qui sont dans un rapport plus ou moins direct avec la physique de la terre.

Pour achever le tableau que nous avons essayé d'esquisser, nous donnerons encore ici une énumération de toutes les ramifications de l'observatoire physique central dans leur état actuel.

I. Observatoires magnétiques et météorologiques.

a) St.-Pétersbourg, Cathérinebourg, Barnaoul, Nertschinsk, Tiflis — fondés par l'administration des mines.
b) Helsingfors, fondé par l'université de Finlande.
c) Sitka, fondé par la compagnie russe-américaine, sous les auspices de l'Académie des sciences.

Ici je puis encore nommer l'observatoire de Péking, nouvellement fondé par le ministère des affaires étrangères, et muni d'instrumens fournis par l'administration des mines.

II. Stations météorologiques.

1. *Administration des mines*:

Zlatoouste, Bogoslowsk, Lougon.

2. *Compagnie russe-américaine:*

Aïan (avec des instrumens fournis par l'Académie des sciences).

3. *Ministère de la guerre.*

S. A. I. le Grand Duc Michel, chef des écoles militaires de l'empire, a bien voulu faire écrire à l'Académie, pour la consulter sur un système d'observations météorologiques à faire dans les écoles militaires de l'intérieur, dont quelques unes surtout ont été établies sur des points fort intéressans sous le rapport météorologique. Ces observations ont déjà commencé à Orenbourg; on a le projet de les étendre sur Omsk, Ouralsk, Novgorod, Brest-Litovsk, Poltava, Polotsk, Voronège.

Le gouverneur militaire d'Orenbourg, M. Obroutschew, a créé deux stations météorologiques dans le vaste territoire, placé sous son commandement, une dans la partie orientale de la horde des Kirghis d'Orenbourg, l'autre à Manghyschlak sur la côte orientale de la mer Caspienne.

4. *Ministère de la marine.*

Depuis longues années, on fait des observations météorologiques aux dépôts hydrographiques de Nicolaïev, Kherson et Sevastopol; ces trois lieux sont situés sur la mer Noire.

On nous a adressé quelques observations faites à Astrakhan, par le corps des pilotes de notre flotille Caspienne.

On en fait aussi dans le port d'Arkhangel; les résumés

de ces observations ont été publiés dans la gazette départementale d'Arkhangel *).

5. *Ministère des domaines.*

On fait déjà depuis quelque temps des observations météorologiques à l'école d'agriculture de Gorigoretsk. On a commandé des instrumens pour les points suivans, où il y a des écoles d'agriculture ou des fermes modèles,

Saratov, Wologda, Kazan, Kharkov, Iekatérinoslav.

Un observatoire météorologique complet, dont les instrumens ont été fournis par l'Académie des sciences, a été fondé à l'école forstière d'Alexandrovsk, gouvernement de Iekatérinoslav. Ce point est situé dans les steps de la Russie méridionale; on en a séparé une partie pour y faire, sur une très grande échelle, l'essai de convertir le step en forêt. On peut espérer que les observations météorologiques, qu'on doit recueillir sur ce point, nous apprendront, si un tel changement de surface exerce une influence sur le climat du pays.

6. *Ministère de l'instruction publique.*

District universitaire de Kiev.

Poltava **), Berditschev, (longue série d'observations, faites par M. Kislowsky, mais dont les résumés seuls ont été envoyés).

On a l'intention d'établir une station météorologique principale à l'université de Kiev, sous la surveillance du professeur de physique, et des stations secondaires à Gitomir, Kovno, Ostrog, Nemirov, Kamenez-Podolsk, Tscherni-ostrov,

*) Il est impossible de passer ici sous silence les observations sur les marées, instituées depuis quelque temps à l'invitation de M. l'académicien Lenz sur le bord de la mer Blanche, avec un graphomètre d'une nouvelle construction, et dont nous attendons la publication prochaine.

**) Il y a dix années d'observations, faites par M. Zozoulin, avec des instrumens, qui lui ont été fournis par l'Académie des sciences.

Négine (ou Tschernigov), Starodoub, Novgorodseversk, Solotonoch, Poltava.

District universitaire de Moscou.

Moscou (à l'observatoire astronomique). Smolensk, Twer, Rezan, Wolokolamsk.

On a l'intention d'établir des stations météorologiques complètes sur les points suivans: Moscou, Wichni-Volotschok, Ostaschkow, Wesma, Smolensk, Kalouga, Bélev, Toula, Serpoukhov, Rezan, Mourom, Wladimir, Souzdal (ou Chouia), Kinechma, Kostroma, Galitch, Solgalitch, Jaroslawl, Rybinsk (ou Mologa), Twer.

District universitaire de la Russie blanche.

Krogi, Bielistok, Svislotch, Grodno, Kovno, Brestlitovsk.

District universitaire de Kharkow.

Kharkow, Orel, Woltschansk, Starooskol, Belgorod, Stchigrow.

District universitaire de St.-Pétersbourg.

Wologda, Yarensk.

Sibérie occidentale.

Tobolsk, Tara, Tomsk, Kourgan, Berezow.

Sibérie orientale.

Yakoutzk.

District universitaire d'Odessa.

Odessa, Cathérinoslaw, Simpheropol, Taganrog.

Nous possédons encore de longues séries d'observations plus ou moins complètes des lieux suivans:

Irkoutsk. Près de 30 ans d'observations, dont les quinze dernières années sont très complètes; observateur M. Stchoukine, ancien Directeur des écoles de la Sbiérie orientale. Les

valeurs moyennes, fournies par ces observations, ont été publiées dans les *Résumés des observations météorologiques, faites dans l'étendue de l'Empire de Russie* (publication de l'Académie des Sciences).

Arkhangel. Dix-huit années d'observations très complètes, faites par M. Silvestroff, ancien Directeur du gymnase d'Arkhangel. Ces observations ont été publiées en détail par l'Académie des sciences de St.-Pétersbourg dans ses Mémoires VI série T. III.

St.-Pétersbourg. Près de 50 années d'observations. Les résumés d'un grand nombre d'années ont été publiées tous les ans dans les mémoires de l'Académie de St.-Pétersbourg; les observations de 1821 à 1834 ont été publiées en détail dans cette même collection (voy. Mém. VI série sc. math. phys. et natur. T. IV, 1 partie); celles de 1806 à 1821 paraîtront incessamment.

Yakoutsk. Dix-huit années d'observations sur la température de l'air, la direction des vents et l'état du ciel, faites par M. Névéroff, négociant. Les valeurs moyennes fournies par ces observations, ont été publiées avec celles d'Irkoutsk, dans les Résumés cités plus haut.

Sitka. (Côté nord-ouest de l'Amérique). Quatorze années d'observations, commencées par M. le Baron Wrangell (qui a passé un grand nombre d'années dans nos colonies américains, comme gouverneur de ces colonies) et continuées par MM. Weniaminow et Cygnäus, ecclésiastiques; les observations rendent encore un beau témoignage de la protection, que la Compagnie russe-américaine accorde dans ces colonies au développement des sciences d'observation (voy. Mém. de l'Acad. des sciences de St.-Pétersbourg.)

Oustsyssolsk. Dix-huit années d'observations thermométriques, publiées dans *l'Annuaire magnétique et météorologique du Corps des ingénieurs des mines*, année 1846.

Koursk. Quinze années d'observations très complètes, faites par le Sr Semenoff, cultivateur, avec des instrumens, qui lui ont été fournis par l'Académie des sciences. M. Semenoff continue encore ces observations.

Novaïa-Semlia. Deux années d'observations thermométriques (voy. *Annuaire* 1845.)

Nijni-Taguilsk, à l'Oural, (propriété de M. de Démidoff). Plusieurs années d'observations, imprimées en détail aux frais de M. de Démidoff.

7. *Provinces caucasiennes.*

M. Abich, attaché à S. E. le Prince Woronzoff, pour les explorations physiques du Caucase, vient d'établir plusieurs stations météorologiques, qui ont déjà fourni plusieures séries d'observations fort intéressantes. Ces points sont:

Rédout-Kalé, Koutais, Sougdidi, Wladikawkas, Chemakha, Bakou, Lenkoran, Derbent, Aralikh (au pied de l'Ararat), Erivan, Alexandropol, Soucha, Gori.

(Tiré du *Bullet. phys.-mathém. T. VIII. No.* 11 *et* 12.)

28 September / 10 October 1849.

Ueber die Schwarz-Erde im südlichen Russland von Dr. E. SCHMID, Prof. an der Universität zu Jena.

Der von den Russen als Schwarz-Erde (Tscherno-sem) bezeichnete fruchtbare Boden hat von jeher die Aufmerksamkeit der Naturforscher und Landwirthe auf sich gezogen. Er ist über den südlichen und südwestlichen Theil des europäischen Russlands in solcher Ausdehnung, Gleichförmigkeit und Mächtigkeit verbreitet, dass man darin nicht sowohl eine Lokalbildung, etwa ein unter der Mitwirkung der Vegetation entstandenes, durch Regengüsse und Hochwasser verschwemmtes Verwitterungsprodukt der äussersten Erdoberfläche, sondern vielmehr eine durch allgemeinere Einflüsse bedingte, jüngste Formation anzuerkennen hat. Die Lagerungsverhältnisse und die geognostischen Beziehungen dieser Formation sind nur unvollständig aufgedeckt, obgleich dieselbe für Russland von der höchsten Wichtigkeit ist.

Die Schwarz-Erde ist die Grundlage des ergiebigsten Ackerbaus; auf ihrem Vorkommen beruht der Ueberfluss Russlands an Bodenerzeugnissen. Bei einer mässig sorgfältigen, etwa 2 Werschock tief eindringenden Bearbeitung, trägt die Schwarz-Erde viele Jahre hintereinander, ohne gedüngt zu werden, das 15te bis 20ste Korn. Auch der Runkelbau bringt bei natürlich tieferer Bearbeitung, reichliche Erndten. Hanf und Tabuck entwickeln sich viel zu üppig, um gebraucht werden zu können. Gedüngte Stellen der Schwarzerde, z. B. die Umgebungen der Ställe, sind für den Ackerbau völlig unbrauchbar; nur Nesseln wachsen da von 10 bis 15 Fuss Höhe.

Vergleicht man diese Vegetationserscheinungen mit denen eines gewöhnlichen Ackerbodens unter gleichen klimatischen Verhältnissen, so sollte man eine gänzlich abweichende Constitution erwarten. Und doch ist diese Erwartung durch die bereits angestellten Untersuchungen nicht bestätigt worden. Im Auftrage des Fürsten S. Gagarin, Vicepräsidenten der k. Moskauschen Ackerbaugesellschaft unternahm Hr. R. Hermann *) eine genaue Untersuchung dreier Proben dieses Bodens von einem Gute des Fürsten Gagarin im Gouvernement Räsan.

I. Schwarzerde die noch nicht zur Kultur benutzt worden war. — Jungfräulicher Boden, auf dem sich die üppigste Fruchtbarkeit entwickelt.

II. und III. Schwarzerde, die nach vieljähriger Kultur, ohne Düngung, schon merklich an Fruchtbarkeit abgenommen hatte, und zwar II von den obersten Schichten, III aus einer Tiefe von 7 Werschock, also von einer Stelle, die durch den Pflug nicht mehr aufgewühlt wird. Die Proben wurden bei 100° ausgetrocknet, dann untersucht. Die Resultate der Untersuchung sind in folgender Weise zusammengestellt.

		I.	II.	III.
Sand		51,84	53,38	52,72
Thon	Kieselerde	17,80	17,76	18,65
	Thonerde	8,90	8,40	8,85
	Eisenoxyd	5,47	5,66	5,33
	Kalkerde	0,87	0,93	1,13
	Talkerde	0,00	0,77	0,67
	Wasser	4,08	3,75	4,04
verbunden hauptsächlich mit Eisenoxyd und Thonerde	Phosphorsäure	0,46	0,46	0,46
	Quellsäure	2,12	1,67	2,56
	Quellsatzsäure	1,77	2,34	1,87
	Humussäure	1,77	0,78	1,87
	Humusextrakt	3,10	2,20	0,00
	Wurzelfasern und Humuskohle	1,66	1,66	1,66
		99,84	99,76	99,81

*) Journal für praktische Chemie, herausgegeben von Erdmann. Bd. XII. S. 277. 1837.

Mithin wurden erhalten:	I.	II.	III.
Mineralbestandtheile	85,34	87,36	87,81
Humose Bestandtheile	10,42	8,65	7,96
Wasser	4,08	3,75	4,04
	99,84	99,76	99,81

Was die Bestimmung der Mineralbestandtheile betrifft, so bot sich Herrn Hermann im Verlaufe der Untersuchung nichts Neues dar; er hielt es deshalb für unnöthig, die befolgten Methoden zu beschreiben. Als Sand ist also jedenfalls derjenige Theil des Bodens in Rechnung gebracht, der beim Schlämmen zurückblieb, als Thon derjenige Theil, welcher abgeschlämmt wurde. Auf die für den landwirthschaftlichen Werth eines Bodens so wichtigen Alkalien wurde wahrscheinlich nicht angefragt. Die Phosphorsäure scheint nur in einer Probe bestimmt worden zu sein. Hr. Hermann wandte seine Aufmerksamkeit besonders den humosen Bestandtheilen zu, und begann damit einen Cyklus von Untersuchungen, der durch die Arbeiten Mulders zum Abschlusse gebracht wurde. Unter der hier aufgeführten Humussäure, Quellsäure und Quellsatzsäure sind saure Ammoniaksalze dieser Säuren zu verstehen, deren stickstofffreie Zusammensetzung erst durch Mulder erwiesen wurde.

Das Interesse an diesen Humusstoffen hat gegenwärtig sehr verloren, theils weil man weiss, dass sie trotz mannigfaltiger kleiner Verschiedenheiten in wenige Hauptarten zerfallen und zu einer wohlbegränzten Gruppe gehören, theils weil man ihnen in Bezug auf den chemischen Theil der Pflanzenernährung nur noch wenig Werth beilegt. Dagegen ist das Interesse an den Mineralbestandtheilen des Bodens durch die in der jüngsten Vergangenheit weit ausgedehnten und genau ausgeführten Pflanzenaschenanalysen sehr in den Vordergrund getreten.

Schon aus diesem Grunde schien es mir nicht überflüssig zu sein, wenn die Untersuchungen der Schwarzerde vervielfältigt und vervollständigt würden. Als mir daher durch Hrn. A. Hagen aus Reval, der früher unter meiner Leitung im hiesigen landwirthschaftlichen Institute mit ausgezeichne-

tem Eifer und Erfolg das Studium der landwirthschaftlichen Chemie betrieben hatte, einige, wohlausgesuchte Proben von Schwarzerde zugesandt wurden, ergriff ich mit Vergnügen diese Gelegenheit, zur genauern Kenntnissnahme eines so wichtigen Gegenstandes einen Beitrag geben zu können.

Von den erhaltenen Proben sind I. II. und III. jungfräulicher Boden, und zwar I. unmittelbar unter dem Rasen, II. 4 Werschock tiefer, und III. unmittelbar über dem Untergrunde genommen. IV. ist die Krume eines ungedüngten Ackerlandes. Alle Proben stammen von einem Gute im Gouvernement Orel.

Beschreibung der Proben.

Sämmtliche Proben sind dunkelgraubraun, I. und IV. am dunkelsten, III. am leichtesten. Sie bestehen aus staubendem Pulver und rundlichen Knollen, die leicht zu einem feinen Pulver zerdrückt werden können. Das Pulver fühlt sich milde an; reibt man es mit dem Finger auf Glas, so wird dieses nicht matt, selbst wenn man einen kräftigen Druck anwendet. Beim Anhauchen geben die Proben keinen deutlichen Thongeruch. Pflanzentheile mehr oder weniger verwest finden sich darin, aber selbst in I. und IV. nicht sehr häufig.

Bei mikroskopischer Untersuchung verhalten sich alle vier Proben in gleicher Weise. Sie bestehen zum grösseren Theile aus unregelmässigen, völlig unkrystallinischen Bruchstücken einer farblosen Mineralsubstanz im Durchmesser höchstens von $0'''{,}04$, zum kleineren Theile aus braunen Humusflocken. Sehr vereinzelt sind cylindrische oder spitz-konische Stäbchen eingestreut mit theils verbrochenen, theils abgerundeten Enden, mit glatter, welliger, höckeriger bis zackiger Oberfläche, innen mit einer braunen Masse ausgefüllt, oder hohl. Der Querdurchmesser dieser Stäbchen beträgt $0'''{,}004$—$0'''{,}007$; ihre Länge ist sehr verschieden. Infusorienresten entsprechen sie durchaus nicht, auch nicht bestimmten Pflanzenorganismen; sie mögen zu Ehrenberg's Phytolithen gehören.

Bestimmung der Dichte.

Zur Bestimmung der Dichte wurde die bereits von H. Davy in seiner Agrikulturchemie, später auch von Mitscherlich *) empfohlene Methode angewandt.

Ein Stöpselglas mit Wasser von 15° C angefüllt wog 141,481 gr.
Dasselbe mit Wasser u. 5,930 gr d. Bodens I erfüllt wog 144,730.
» » » » 4,993 » » II » » 144,287.
» » » » 5,367 » » III » » 144,419.
» » » » 4,992 » » IV » » 144,150.

Danach ist die Dichte des Bodens I = 2,21
» » » » II = 2,28
» » » » III = 2,21
» » » » IV = 2,10

Bestimmung des hygroskopischen Wassers.

Eine gewogene Menge eines jeden Bodens wurde auf 110 — 115° C. erhitzt und so lange ein trockener Luftstrom darüber hinweggeleitet bis alles Wasser verdampft war

78,595 gr	vom	Boden	I	verloren	dabei	Wasser	2,991 gr	= 3,81 %
83,717	»	»	II	»	»	»	2,784	= 3,32 »
73,623	»	»	III	»	»	»	2,400	= 3,26 »
83,833	»	»	IV	»	»	»	3,426	= 4,09 »

Dieser Wassergehalt kann natürlich kein Maass abgeben für den frischen Zustand, da die Proben sehr lange in Pappkästen aufbewahrt worden waren.

Bestimmung des Harzes.

Eine gewogene Menge des zwischen 110 und 115° C. ausgetrockneten Bodens wurde in einen Kolben gebracht, mit etwa dem doppelten Volum Aether übergossen und unter mehrmaligem Umschütteln eine Woche lang damit zusammengelassen. Der Aether nahm eine sehr blasse gelbe Farbe an; nachdem er klar abgegossen war, wurde noch zweimal fri-

*) Lehrbuch der Chemie. Bd. I. Abth. I. S. 273.

scher Aether zugegeben. Der dritte Aufguss hatte keine Spur von Färbung, und eine grössere Quantität davon verdampfte ohne Rückstand. Die Aetheraufgüsse wurden vereinigt und hinterliessen beim Verdampfen den Harzgehalt des Bodens

75,604	d. bei 110—115° getrockn.	Bod.	I	gaben 0,014=0,018%
80,933	" " " " "	"	II	" 0,019=0,023"
71,223	" " " " "	"	III	" 0,015=0,020"
80,407	" " " " "	"	IV	" 0,005=0,006"

Das Harz aller vier Bodenarten war blass braungelb; es löste sich fast farblos in Aether auf, die Lösung röthete Lackmuspapier. Beim Erhitzen entwickelte es weisse Dämpfe, entzündete sich und verbrannte mit leuchtender Flamme ohne merklichen Aschenrückstand.

Bestimmung der humosen Bestandtheile.

Eine grössere Menge eines jeden Bodens wurde mit einer Lösung von kohlensaurem Natron bei einer täglich bis auf etwa 70° gesteigerten Wärme drei Wochen lang digerirt. Die Lösung hatte eine dunkelbraune Farbe angenommen; sie wurde so vollständig als möglich abgegossen, und durch frische ersetzt; auch diese färbte sich bald braun und selbst nach mehrmonatlicher Digestion konnte der Boden nicht erschöpft werden. Die braunen Flüssigkeiten wurden filtrirt. Mit Schwefelsäure bis zur stark sauren Reaktion versetzt, gaben sie einen schwarzbraunen flockigen Niederschlag von Humussäure, während die Flüssigkeit eine dunkelgelbe Farbe behielt. Der Niederschlag wurde auf einem Filter gesammelt und ausgewaschen; er löste sich aber im Auswaschwasser, schon bevor die freie Schwefelsäure entfernt war, so reichlich mit brauner Farbe auf, dass eine Gewichtsbestimmung unmöglich war. Der getrocknete Niederschlag hinterliess einen nicht unbeträchtlichen Glührückstand von Kieselerde, Eisenoxyd, Thonerde und etwas Kalkerde. Die gelbe Flüssigkeit durch kohlensaures Natron neutralisirt setzte ebenfalls Flocken ab, die aus Thonerde und Eisenoxyd bestanden. Die neutralisirte Flüssigkeit, mit Essigsäure und essigsaurem Kupferoxyd versetzt, gab einen grünlichbraunen Niederschlag von

quellsatzsaurem Kupferoxyd-Ammoniak, und nachdem dieser abgeschieden war durch kohlensaures Ammoniak, einen grauen Niederschlag von quellsaurem-Kupferoxyd-Ammoniak. Durch kohlensaures Natron waren also Doppelsalze der Humussäure, Quellsatzsäure und Quellsäure mit Natron einerseits, Eisenoxyd, Thonerde und Kalkerde andrerseits aufgelöst worden. In welchem Verhältniss die genannten Säuren nebeneinander vorkommen, wie viel indifferenter Humus daneben im Boden enthalten ist, liess ich unerörtert, da sich mir keine zuverlässige Methode der Untersuchung darbot.

Der Gesammtbetrag an Humus ergiebt sich aus dem Glühverlust, wenn man den Wassergehalt davon abzieht. Der Harzgehalt kommt seiner Geringfügigkeit wegen nicht in Betracht.

12,575	vom	Boden	I	hinterl.	nach	d.	Glühen	10,567	=84,03%
13,044	„	„	II	„	„	„	„	11,529	=88,38„
15,924	„	„	III	„	„	„	„	14,492	=91,01„
14,625	„	„	IV	„	„	„	„	12,766	=87,29„

Danach ist der Humusgehalt

vom	Boden	I	— 15,97 — 3,81 =	12,16%
„	„	II	= 11,61 — 3.32 =	8,29
„	„	III	= 8,99 — 3,26 =	5,73
„	„	IV	= 12,71 — 4,09 =	8,62

Die Boden stehen hinsichtlich des Humusgehaltes auf einer Linie mit gutem Flussmarschboden.

Mit dem auf diese Weise ermittelten Humusgehalt steigt und fällt, wenn auch nicht in ganz gleichem Verhältniss der Stickstoffgehalt. Nach der Will- und Varrentrappschen Methode mit Natronkalk geglüht, entwickelten die vier Bodenarten beträchtliche Mengen von Ammoniak. Die Bodenproben wurden zu diesem Versuche zwischen 100 und 115° C. ausgetrocknet.

1,518	von	B.	I	liefrt.	0,278	Platinsalmiak,	entspr.	0,0174	Stickst.
1,576	„	„	II	„	0,129	„	„	0,0081	„
1,491	„	„	III	„	0,086	„	„	0,0054	„
1,627	„	„	IV	„	0,132	„	„	0,0083	„

Mit Berücksichtigung des Wassergehaltes ergaben sich daraus im Boden I Stickstoff 0,39%
" " II " 0,45"
" " III " 0,33"
" " IV " 0,48"

Vergleicht man diese Zahlen für den Stickstoffgehalt mit den von Krocker *) aufgefundenen, so erscheinen sie sehr beträchtlich, sind nämlich etwa das Zehnfache davon. Man darf jedoch nicht unbeachtet lassen, dass die von Krocker untersuchten Bodenarten sämmtlich nicht humusreich waren, dass daher eine Vergleichung kaum zulässig ist.

Bestimmung der mineralischen Bestandtheile des Bodens.

Zu der Bestimmung der mineralischen Bestandtheile der Bodenarten wurden die bei der Bestimmung des Humus erhaltenen hellrothen Glührückstände als Ganzes genommen. Ein Schlämmen derselben konnte nämlich bei der durch die mikroskopische Untersuchung herausgestellten Gleichartigkeit kein ersprießliches Resultat liefern. Die feineren und gröberen Gemengtheile konnten dadurch wohl von einander geschieden werden, aber nicht specifisch verschiedene. Wollte man das gröbere Sand, das feinere Thon nennen, so würden beide Bezeichnungen mit ihrer gewöhnlichen Bedeutung nicht übereinstimmen. Auch die grösseren Mineralbrocken sind so klein, dass man sie in Masse nicht Sand nennen würde, sondern Pulver; und nach der Milde dieses Pulvers, fehlen die den Sand sonst stets constituirenden Quarzkörnchen ganz. Auch entwickelt der Boden beim Anhauchen keinen Thongeruch.

A. Zersetzung der Glührückstände durch concentrirte Salzsäure.

Von jedem Boden wurden zwei abgewogene Proben des Glührückstandes mit concentrirter Salzsäure übergossen, und damit bis zur Trockne eingedampft. Nur anfangs stellte sich

*) Liebig Ann. der Chemie und Pharm. Bd. 58. S. 387.

eine schwache Gasentwickelung ein. Die eingedampfte Masse wurde mit Salzsäure beträpfelt, nach etwa einer Stunde mit Wasser übergossen, erwärmt und filtrirt. Das Ungelöste bestand aus einem ziemlich feinen schmutzigweissen Pulver; dasselbe betrug bei

	a			b		
	gr	gr		gr	gr	
B. I von	7,047 =	6,611	= 93,81 %	von 5,783 =	5,420	= 93,77 %
» II »	10,043 =	9,437	= 93,97 ,	» 9,504 =	8,940	= 94,06 »
» III »	13,937 =	13,093	= 93,93 »	» 10,212 =	9,686	= 94,85 »
» IV »	6,621 =	6,144	= 92,76 »	» 8,678 =	8,047	= 92,73 »

Die salzsauren Lösungen waren blassgelb.

a) Die von den Proben a erhaltenen Lösungen dienten zur Bestimmung der Alkalien. Sie wurden durch Barytwasser und dann durch Ammoniak und kohlensaures Ammoniak gefällt. Die übriggebliebene Flüssigkeit wurde eingedampft, bis zur Verflüchtigung der Ammoniaksalze geglüht, mit Schwefelsäure versetzt, bis zur Bildung neutraler schwefelsaurer Salze geglüht und gewogen. Ihr Gewicht betrug

bei I	gr 0,090
» II	0,157
» III	0,137
» IV	0,101.

Die befolgte Methode ist im Wesentlichen dieselbe, nach welcher Fresenius die salzsauren Aschenlösungen untersucht. In den zuletzt erwähnten Glührückständen wären nach Fresenius nur schwefelsaure Alkalien enthalten. Allein sie enthielten zunächst eine beträchtliche Menge, beinahe die Hälfte ihres Gewichtes, schwefelsaure Baryterde, welche bei Behandlung mit Wasser ungelöst zurückblieb, nämlich

bei I	— gr 0,047
» II	— 0,072
» III	— 0,016
» IV	— 0,054.

Die wässrige Lösung wurde zwar durch Platinchlorid in der für Kali charakteristischen Weise gefällt, und gab auf Zusatz von antimonsaurem Kali einen zwar geringen, aber deutlichen körnig-pulverigen Niederschlag, aus dem man mit Sicherheit auf die Gegenwart von Natron glauben sollte schliessen zu dürfen. Allein zugleich brachten auch oxalsaures Ammoniak, und phosphorsaures Natron mit Ammoniak Trübungen hervor, die auf Spuren von Kalkerde und Talkerde deuteten. Und diese Beimengungen wurden auch an der Form des antimonsauren Niederschlags erkannt. Mikroskopisch lassen sich nämlich die antimonsauren Salze des Natrons, der Kalkerde und Talkerde, wie sie als Niederschläge aus dem mässig verdünnten schwefelsauren Lösungen durch antimonsaures Kali ausgeschieden werden, sehr bestimmt von einander unterscheiden. Das antimonsaure Natron erscheint in kurzen, rechtwinklig vierseitigen Säulen, gewöhnlich mit abgestumpften Ecken und Kanten, in Combinationen des tetragonalen Systems *). Die antimonsaure Talkerde ist noch deutlicher und grösser krystallisirt in regelmässig sechsseitigen Tafeln oder kurzen Säulen, also in hexagonalen Combinationen **); die antimonsaure Kalkerde bildet einen Gries von unbestimmbaren Individuen. Bei Untersuchung des im vorliegenden Falle durch antimonsaures Kali entstandenen Niederschlags treten die für Natron charakteristischen Formen sehr zurück gegen die der Kalkerde und Talkerde entsprechenden. Neben den Alkalien waren also ausser grösseren Mengen von schwefelsaurer Baryterde auch Spuren von Kalk- und Talkerde unter den Basen der schwefelsauren Salze. Vernachlässigen wir die letzten, und diess ist ohne erheblichen Fehler erlaubt, so werden erhalten

aus	I	0,043 gr	schwefelsaure Alkalien
»	II	0,075	» »
»	III	0,121	» »
»	IV	0,047	» »

*) Die vorkommenden Gestalten sind: ∞P, $\infty P\infty$, nP, $mP\infty$.

**) Die vorkommenden Gestalten sind: oP, ∞P.

Nimmt man darin das Verhältniss, wie es die folgende Untersuchung ausweist, d. h. auf drei Theile schwefelsaures Kali einen Theil schwefelsaures Natron, so erhält man

	Kali		Natron
in I	0,016 gr = 0,21 %	und	0,006 gr = 0,08 %
» II	0,027 = 0,27	»	0,011 = 0,11 »
» III	0,044 = 0,31	»	0,017 = 0,12 »
» IV	0,017 = 0,25	»	0,007 = 0,10 »

Ich glaubte bei diesem Punkte etwas ausführlicher sein zu müssen, weil er auf die sonst so verdienstvollen und mit Recht anerkannten Aschenanalysen, die im Giesener Laboratorium unter Fresenius's Leitung ausgeführt wurden, ein eigenthümliches Licht wirft. Man sieht daraus, wie fehlerhaft nach Fresenius die Alkalibestimmung ausfallen kann, wenn man nicht wenigstens die Baryterde der Glührückstände berücksichtigt. Man sieht ferner daraus, dass diejenigen Chemiker welche an die Gegenwart des Natrons nur dann glauben wollen, wenn sie aus der gemeinschaftlichen Lösung des Kalis und Natrons durch antimonsaures Kali einen Niederschlag erhielten, bei Anwendung der Fresenius'schen Methode auch dadurch unmittelbar nicht über jede Möglichkeit des Irrthums hinweggesetzt sind.

b) Die salzsauren Lösungen von den Proben der Glührückstände b) wurden zur Bestimmung der übrigen Bestandtheile ausser den Alkalien benutzt.

Der Gang der Untersuchung bei I und IV war der folgende. Die Lösung wurde mit einem Ueberschuss von essigsaurem Natron so lange in der Siedhitze erhalten, bis alles phosphorsaure Eisenoxyd, Eisenoxyd und Thonerde gefällt waren. Hierauf wurde die Kalkerde durch oxalsaures Kali, und zuletzt die Talkerde durch phosphorsaures Natron mit Ammoniak niedergeschlagen.

Der Niederschlag, den essigsaures Natron in der Siedhitze gegeben hatte, wurde zuerst in Essigsäure gelöst; der ungelöste Rückstand wurde nach gehörigem Auswaschen geglüht und gewogen. In Salzsäure löste sich derselbe bis auf etwas

beigemengte Kieselerde auf. Die Lösung mit Weinsteinsäure und dann mit Ammoniak bis zum Verschwinden des anfangs entstandenen Niederschlags übersättigt, gab auf Zusatz einer Lösung von schwefelsaurer Talkerde in Chlorammonium den für Phosphorsäure charakteristischen körnigen Niederschlag. Mit Vernachlässigung der geringen Menge Kieselerde wurde das oben erhaltene Gewicht als dasjenige des phosphorsauren Eisenoxydes angenommen. Die weitere Scheidung des Eisenoxydes und der Thonerde in der essigsauren Lösung geschah auf gewöhnliche Weise durch Kali.

Da sich aber bei dieser Untersuchung kaum mehr als Spuren von Phosphorsäure gezeigt hatten, so wurde bei II und III auf dieselbe keine Rücksicht genommen; Eisenoxyd und Thonerde wurden mit Ammoniak gefällt, hierauf Kalk- und Talkerde wie oben.

Die von der oxalsauren Kalkerde erhaltenen Glührückstände waren etwas bräunlich. In verdünnter Salpetersäure lösten sie sich bis auf ein braunes Pulver auf, welches sich vor dem Löthrohre als Manganoxyduloxyd auswiess. Nur bei IV liess sich seine Menge nicht quantitativ bestimmen.

Es wurden erhalten bei:

	I	II	III	IV
Phosphorsaures Eisenoxyd	gr 0,007	gr 0,222	gr 0,302	gr 0,020
Eisenoxyd	0,153			0,263
Thonerde	0,075	0,227	0,184	0,116
Kohlensaure Kalkerde	0,081	0,084	0,044	0,137
Phosphorsaure Talkerde	0,084	0,061	0,052	0,138
Manganoxyduloxyd	0,009	0,004	0,001	0,000

gr 0,007 Phosphs. Eisenox. enth. gr 0,003 Eisenox., 0,004 Phsphrs.
0,020 » » » 0,009 » 0,011 »

gr 0,084 Phosphorsaure Talkerde entspr. gr 0,063 kohlens. Talkerde
0,061 » » » 0,046 » »
0,052 » » » 0,039 » »
0,138 » » » 0,103 » »

gr		gr	
0,009	Manganoxyduloxyd entsprechen	0,0092	Manganoxyd
0,004	» »	0,0041	»
0,001	» »	0,0010	»

Danach ist die procentische Zusammensetzung der Glührückstände

	I	II	III	IV
Kieselerde und Silikate...	93,77	94,06	94,85	92,73
Thonerde.....	1,29	2,39	1,80	1,34
Eisenoxyd .,.....	2,70	2,33	2,95	3,14
Manganoxyd.....	0,16	0,04	0,01	0,0
Kohlensaure Kalkerde ...	1,40	0,88	0,43	1,57
Kohlensaure Talkerde....	1,09	0,48	0,38	1,18
Phosphorsäure.....	0,07	—	—	0,12
Kali.....	0,21	0,27	0,31	0,25
Natron.....	0,08	0,11	0,12	0,10
	100,77	100,56	100,85	100,43

Der constant auftretende Ueberschuss rührt hauptsächlich daher, dass nicht alle Kalk- und Talkerde, wie hier angenommen, mit Kohlensäure verbunden war, sondern ein Theil davon den Silikaten entnommen wurde.

B. Aufschliessung des Glührückstandes von Boden III durch Baryterdehydrat.

Für den rein landwirthschaftlichen Zweck würde zwar die vorstehende Untersuchung insoferne genügen, als nur der leicht aufschliessbare Theil des Bodens vom kohlensäurehaltigen Regenwasser aufgenommen und der Vegetation zugeführt werden kann. Allein eine vollständige Uebersicht ist damit noch nicht gegeben. Nach den gewonnenen Zahlenverhältnissen liess sich zwar der augenblickliche, aber nicht der nachhaltige Werth des Bodens beurtheilen. Dieser nachhaltige Werth beruht auf dem Vorrath von Aschenbestandtheilen, welche der Boden in sich birgt und bei fortgesetzter Verwitterung zu liefern vermag. Zu diesem Zwecke wurde der Glührückstand des Bodens III, dessen Zusammensetzung als massgebend angenommen werden konnte, weil er durch Verwitte-

rung und Vegetation noch am wenigsten angegriffen war, vollständig untersucht.

a) Er wurde nach üblicher Weise durch Baryterdehydrat aufgeschlossen. Aus der salzsauren Lösung wurde zuerst durch Schwefelsäure die Baryterde fortgeschafft, hierauf Eisenoxyd und Thonerde durch Ammoniak, dann Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak gefällt. Die übrige Lösung wurde eingedampft, zur Verjagung der Ammoniaksalze geglüht und hierauf nach Zusatz von Schwefelsäure abermals geglüht. Auf diese Weise wurde die Summe der Talkerde und der Alkalien, als neutrale schwefelsaure Salze erhalten. Diese wurden aufgelöst und aus der Lösung die Talkerde durch phosphorsaures Natron mit Ammoniak ausgeschieden. Aus der übrigen Flüssigkeit sollte die Phosphorsäure durch Baryterdehydrat, und der Ueberschuss der Baryterde durch Schwefelsäure entfernt werden. Durch Zusetzen von Schwefelsäure und Glühen konnten dann die schwefelsauren Alkalien für sich erhalten, und weiter untersucht werden. Leider unterbrach ein Zufall diese Untersuchung.

Die untersuchte Bodenprobe wog 1,799 gr
Daraus wurden erhalten

Kieselsäure	1,575 gr = 84,21 %
Eisenoxyd und Thonerde	0,222 = 12,34 »
Kohlensaure Kalkerde	0,039
Schwefelsaure Salze der Talkerde u. Alkalien	0,093.
Phosphorsaure Talkerde	0,038

0,039 gr Kohlensaure Kalkerde entspr. 0,0218 gr Kalkerde = 1,21 %
0,038 Phosphorsaur. Talkerd. entspr. 0,0136 Talkerde = 0,78 »
oder 0, 040 schwefelsaure Talkerde

Daher ist die Menge der schwefelsauren Alkalien 0, 052

b) Um die Menge des Kalis und Natrons für sich zu erhalten, musste noch ein zweiter Versuch angestellt werden. Nach der Aufschliessung durch Baryterdehydrat wurden die Alkalien nach der Fresenius'schen Methode isolirt, nur wurde aus

dem Glührückstande ihrer schwefelsauren Salze nicht blos die Baryterde, sondern auch die Reste der Kalkerde entfernt, die letzteren durch oxalsaures Ammoniak.

Die untersuchte Probe wog 2,953 = 83,68%.

Daraus wurden erhalten

gr
2,471 Kieselsäure
0,101 schwefelsaure Alkalien
0,210 Kaliumplatinchlorid

gr gr
0,210 Kaliumplatinchlorid entsprechen 0,0405 Kali = 1,37%
0,0405 Kali " 0,0748 schwefelsaurem Kali

Also ist
0,026 die Menge des schwefelsauren Natrons, entsprechend 0,0113 Natr. = 0,38%

Die beiden Aufschliessungsversuche stimmen so weit mit einander überein, als man es bei Bodenuntersuchungen nur erwarten kann. Berechnet man nach Massgabe des unter b) erhaltenen Verhältnisses, die in a) erhaltenen schwefelsauren Alkalien auf Kali und Natron, so stellt sich die Zusammensetzung des Glührückstandes von Boden III in folgender Weise heraus.

Kieselsäure.....	= 84,21%
Eisenoxyd und Thonerde	12,43
Kalkerde.....	1,21
Talkerde	0,37
Kali	1,17
Natron.....	0,32

Vergleiche der erhaltenen Resultate mit denen Hermanns.

Zur Vergleichung mit den Resultaten Hermanns dienen bei dem wesentlich verschiedenen Gange der Untersuchung nur die folgenden Zahlen.

Zusammensetzung der lufttrocknen Schwarzerde.

	I	II	III	IV
Mineralbestandtheile	84,03%	88,38%	91,01%	87,29%
Humose Bestandtheile	12,16	8,29	5,73	8,62
Wasser	3,81	3,32	3,26	4,09

Und diese Zahlen zeigen eine hinlängliche Uebereinstimmung.

Bestimmung der in Wasser löslichen Theile.

Grössere Mengen der vier Bodenarten wurden mit dem etwa zehnfachen Volum Wasser bei einer etwas erhöhten Temperatur eine Woche lang stehen gelassen. Das Wasser hatte sich bei I und II weingelb, bei III blassgelb, bei IV kaum gefärbt. Auch bei mehrmaligem Filtriren durch doppeltes und dichtes Papier konnten die Auszüge nicht völlig klar erhalten werden. Nach dem Abdampfen blieb daher neben dem aufgelösten auch eine grössere Menge des Aufgeschwemmten zurück.

84,576 vom Boden I gaben ab an Wasser 0,436 = 0,51%
92,180 » » II » » » » 0,299 = 0,32
97,288 » » III » » » » 0,212 = 0,22
93,230 » » IV » » » » 0,076 = 0,08

Die Rückstände nach dem Abdampfen lösten sich daher auch nur theilweise wieder in Wasser auf. Bei II z. B. betrug der lösliche Theil nur 0,09% des Bodens. Die wässrige Auflösung war gelb, sie enthielt humussaure, quellsaure, quellsatzsaure und schwefelsaure Salze vorzüglich des Ammoniaks, aber auch der Kalk- und Talkerde, nebst wenig Chloriden. Kali und Natron konnten nicht mit Sicherheit aufgefunden werden.

Schlussbemerkungen.

Vergleicht man die Zusammensetzung der Schwarzerde mit derjenigen anderer Bodenarten, so zeichnet sich dieselbe weder durch einen Gehalt an solchen Salzen aus, die sich in Wasser sogleich auflösen, noch durch einen Reichthum an Alkalien und alkalischen Erden; an Phosphorsäure und Schwe-

felsäure ist sie sogar arm. Die Schwarzerde kann also die Elemente der Pflanzenaschen weder vorzugsweise rasch noch vorzugsweise reichlich abgeben. Nur der Humusgehalt ist beträchtlich und zugleich damit der Stickstoffgehalt. Fragt man daher, worauf denn eigentlich die überschwängliche und nachhaltige Fruchtbarkeit der Schwarzerde beruhe, so muss die Aufmerksamkeit zunächst auf den Humusreichthum gelenkt werden. Allein obgleich der Humus in den gemässigten Klimaten ein wesentlicher Bestandtheil des kulturfähigen Bodens zu sein scheint, so ist doch seine Wirkung eine vorherrschend mechanische. Der Humus lockert den Boden und befördert dadurch den Zutritt der Atmosphärilien zur Wurzel; er kann ausserordentliche Mengen von Wasser aufsaugen und hält dieselben hartnäckig zurück, so dass der humusreiche Boden einem völligen Ausdorren weniger ausgesetzt ist, als der humusarme; endlich kann die bei der langsamen Verwesung des Humus freiwerdende Wärme auch von Bedeutung sein. Dagegen enthält auch der Humus nicht die Elemente der Aschensalze, die der Pflanze nur durch den Boden zugeführt werden können, und wie wenig er im Stande ist die Materialien der organischen Pflanzenbestandtheile zu liefern, geht aus den grossartigen Versuchen Boussingault's *) über die dem Boden während eines vollständigen Fruchtwechsels durch die Erndten entzogenen und durch die Düngung gegebenen Stoffe mit unabweislicher Klarheit hervor.

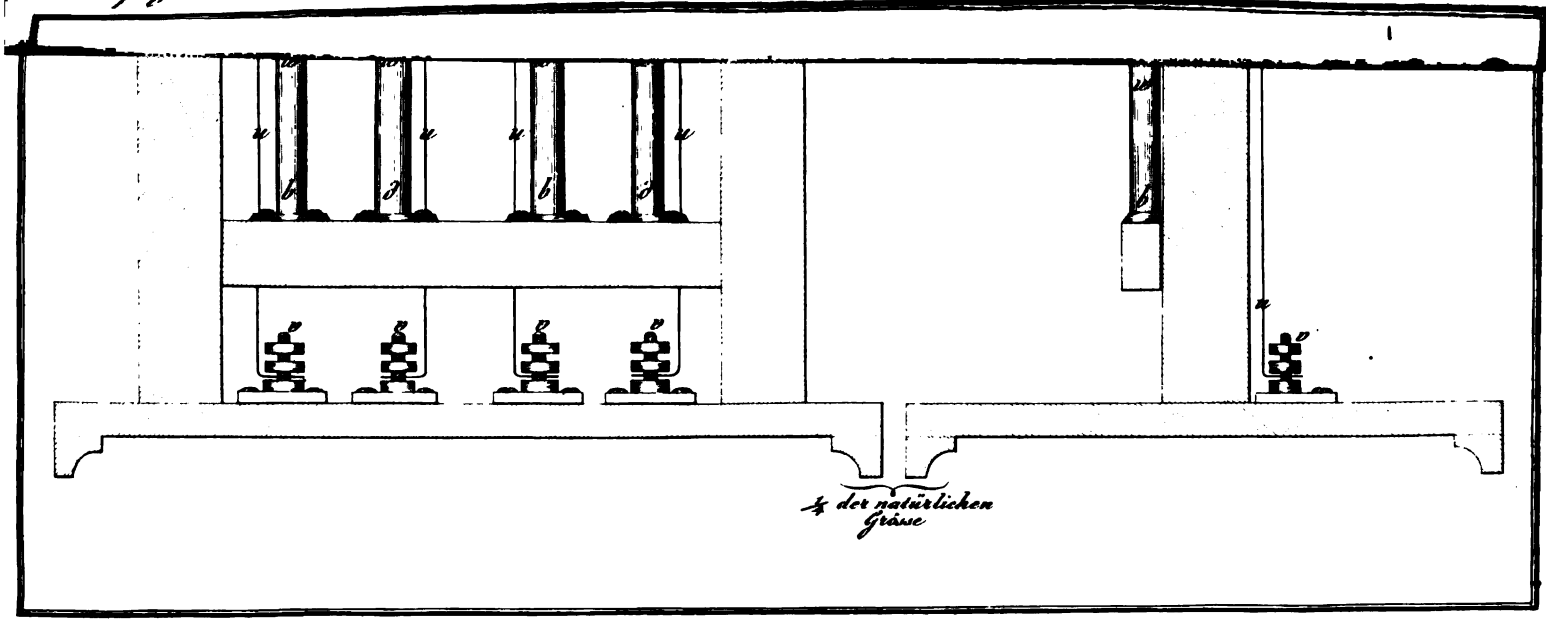
Aus der chemischen Zusammensetzung können die Vorzüge der Schwarzerde weder unmittelbar, noch allein abgeleitet werden. In Folge des Humusgehaltes befindet sie sich in einem Zustande der Auflockerung, durch welche die Assimilation von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aus der Atmosphäre sehr begünstigt wird. Bei ihrer Mächtigkeit ist der einzelnen Pflanze nach der Tiefe ein weiter Spielraum, und damit gewissermassen ein vergrössertes Areal gestattet, so dass auf einer Fläche Schwarzerde eine grössere Anzahl Pflanzen ebenso üppig gedeiht, als eine kleinere Anzahl Pflanzen auf einer gleichen Fläche anderen Bodens.

*) Boussingault Économie rurale. Tom. II. Cap. VII.

Die Schwarzerde passt in unser System der Bodenkunde nicht hinein. Am meisten stimmt die Zusammensetzung ihres mineralischen Antheils mit einem Thonschiefer überein. Ich wage es aber nur als eine Vermuthung hinzustellen, dass sie aus einer bis zum vollständigen Zerfallen vorgeschrittenen Verwitterung eines Thonschiefers entstanden sei. Diese Vermuthung könnte allerdings gestützt werden durch die ausserordentliche Entwickelung der Grauwackengruppe im Innern Russlands, und durch die vorherrschend mürbe Beschaffenheit der dazu gehörigen Glieder. In wie weit aber die zerreiblichen Grauwackengesteine Russlands eine gleiche Zusammensetzung mit unsern Thonschiefern haben, und in welcher Beziehung das Vorkommen der Schwarzerde zu den Grauwackengebieten steht, mögen Andere entscheiden.

Die Schwarzerde unterscheidet sich durch das Fehlen der Infusorien vom Marschboden, durch den strukturlosen Humus, der keine pflanzlichen Formen erkennen lässt, vom Moor- und Torfboden, durch die Gleichartigkeit seiner Mengung und durch den geringen Harzgehalt vom Heideboden.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. VIII. No.* 11.)


a
b
c
d
¼ der natürlichen Grösse

MÉLANGES
PHYSIQUES ET CHIMIQUES
TIRÉS DU
BULLETIN PHYSICO-MATHÉMATIQUE
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES
DE
ST.-PÉTERSBOURG.

Tome I.

2de LIVRAISON.

(Prix: 40 Cop. arg. — 13 Ngr.)

St.-Pétersbourg,
de l'Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
1850.

Se vend chez MM. *Eggers* et *Comp.*, libraires, Commissionnaires de l'Académie, Perspective de Nevsky, No. 1/10, et à Leipzig, chez M. *Léopold Voss.*

CONTENU.

Pag.

Baer. Ueber nothwendig scheinende Ergänzungen der Beobachtungen über die Boden-Temperatur in Sibirien. 115

Kapiersky, A. M. Ueber Bestimmung der mittlern Temperatur; mitgetheilt vom Akademiker A. T. Kupffer 135

Kupffer. Notiz über Höhenmessungen mit dem Barometer. . . . 144

Abich, H. Ueber die Soda der Araxes-Ebene in Armenien . . . 146

Lenz. Meteorologische Beobachtungen in Transkaukasien . 149

23 November / 5 December 1849.

Ueber nothwendig scheinende Ergänzungen der Beobachtungen über die Boden-Temperatur in Sibirien. Von dem Akademiker Baer.

Als unsre Akademie sich die Aufgabe gestellt hatte, den Schergin-Schacht in *Jakutsk* zur Untersuchung der Boden-Temperatur in Sibirien, sowie zur Bestimmung der Wärme-Leitungs-Fähigkeit und der Mächtigkeit des Eis-Bodens insbesondere, zu benutzen, konnte die zum Entwurfe eines Planes für die Sibirische Reise ernannte Commission nicht umhin, die Frage sich zu stellen: Ob nicht die Wände des genannten Schachtes durch die von aussen eindringende Luft merklich gegen den umgebenden allgemeinen Boden abgekühlt seyen? Um eine Entscheidung über diesen Zweifel zu erhalten, wurde in der Instruction verlangt, dass in verschiedenen Tiefen immer je zwei Thermometer in die Wand des Schachtes, das eine nur auf einen, das andere bis 7 Fuss von seiner Höhlung entfernt eingelassen werden sollten.

Bekanntlich ist diese Aufgabe, trotz der localen Schwierigkeiten, die man hier nicht so gross voraussehen konnte, mit vieler Beharrlichkeit durchgeführt, so wie auch mehrere neue Gruben und Bohrlöcher, theils in der unmittelbaren Nähe von *Jakutsk*, theils in grösseren Entfernungen angelegt und Mes-

sungen der Boden-Temperatur in ihnen angestellt sind. Die Nothwendigkeit solcher Vergleichungspuncte war im Verlaufe der Beobachtungen immer mehr hervorgetreten.

Die Beobachtungen selbst konnten von unserm geehrten Collegen, Herrn v. Middendorff, nur begonnen werden, sie sind theils von andern Mitgliedern der Reisegesellschaft, theils von fremden, dazu tüchtig befundenen und zu diesem Zwecke unterwiesenen Personen fortgesetzt worden.

Wir haben auch schon seit längerer Zeit die wissenschaftliche Bearbeitung aller auf dieser Reise gesammelten geothermischen Messungen von Herrn v. Middendorff im ersten Bande seines Reise-Werkes erhalten. Unser geehrter Herr College kommt im Allgemeinen zu dem Resultate, dass die Wände des Schergin-Schachtes sich zwar in den obern Theilen wahrscheinlich ein wenig abgekühlt haben, nämlich in der Tiefe von 50 Fuss unter dem Eingange, vom Jahre 1839 bis zu den Jahren 1844 — 1846 um 0°,6 R. etwa; dass aber in grössern Tiefen die Temperatur ziemlich beständig geblieben sei. (Middendorffs Reise, Bd. I, S. 157). Daraus wird gefolgert, dass die Beobachtungen in der Wand des Schergin-Schachtes uns ein annähernd richtiges Maass für die Boden-Temperatur jener Gegend, für die Leitungs-Fähigkeit des gefrornen Bodens, und, was nothwendig damit zusammenhängt, für die Mächtigkeit desselben geben.

Nachdem ich sämmtliche Beobachtungen und die ausführlichen Deductionen aufmerksam durchgegangen bin, um über das Ergebniss derselben in den »Beiträgen zur Kenntniss des R. Reiches« [1]) zu berichten, kann ich nicht umhin, eine ziemlich abweichende Ueberzeugung zu gewinnen, eine Ueberzeugung, nach welcher der auffallende Widerspruch zwischen den Temperaturen in den neuen Gruben und dem Schergin-Schachte sich ganz anders lösen würde.

Ich glaube nämlich mit überwiegender Wahrscheinlichkeit nachweisen zu können, dass die Wand des Schergin-Schach-

1) Die 2. Hälfte des 9. Bandes dieser Beiträge, welche die Geschichte der naturhistorischen Reisen, die innerhalb des Russischen Reiches von 1840 — 1845 angestellt sind, enthält, wird so eben gedruckt.

tes sich sehr bedeutend abgekühlt hat, wohl mehr als irgend ein Mitglied der Commission früher geglaubt haben würde.

Um zu der Annahme einer bedeutenden Abkühlung des Schergin-Schachtes um mehrere Grade der Reaumurschen Skale geneigt zu machen, wollen wir zuvörderst die neuen Gruben und Bohrlöcher mit dem Schergin-Schachte vergleichen.

In der unmittelbaren Nähe von *Jakutsk*, d. h. nur wenige Werst von der Stadt entfernt, wurden auf dem linken *Lena*-Ufer drei Gruben angelegt. Der Eingang in dieselben lag durchschnittlich 350 Fuss höher als der Eingang in den Schergin-Schacht, welcher nur 36 Fuss höher als das Eis der *Lena* gefunden wurde. Man hätte also in ihnen, so sehr auch die Linien gleicher Boden-Temperaturen den Unebenheiten der Oberfläche des Bodens zu folgen streben, eher eine niedere Temperatur als im Schergin-Schachte, bei gleicher Tiefe vom Eingange, erwarten sollen, da die weit unter 0° stehende mittlere Jahres-Temperatur der Luft hiesiger Gegend auf die hohen Ufer auch von der Seite wirken muss, auf die Sohle des *Lena*-Thales aber nur von oben. Allein die Beobachtungen zeigten umgekehrt in den neuen Gruben den Boden in gleicher Tiefe um mehrere Grade wärmer als im Schergin-Schachte. Die neuen Gruben hatten 6 Fuss im Quadrat und meistens ward, vom Boden der Grube ausgehend, tiefer gebohrt. Eine dieser Gruben, die Leontjew-Grube genannt, wurde nur bis 20 Fuss tief getrieben, füllte sich aber dann mit Wasser aus den obersten Erdschichten und konnte nicht weiter benutzt werden. Bis zu einer Schicht bleibender Temperatur gelangte man also hier gar nicht. Wir bemerken nur, dass in der Tiefe von 20 Fuss, vor dem Eindringen des Wassers (am 19. Juni), — 4° R. beobachtet wurden, wogegen im Schergin-Schachte in der Tiefe von 20 Fuss in keiner Jahreszeit weniger als — 6° R. abgelesen sind. Eine zweite, die Mangan-Grube, wurde im Winter 28 Fuss tief gegraben. Dann wurde vom Boden derselben noch 28 Fuss weiter gebohrt. In der Tiefe von 20 Fuss, ein Fuss weit von der Wand des Schachtes fand man zuerst im März — 6°,3 R. als Wirkung des ganzen vorhergegangenen Winters; bis zum Schlusse

des Mais stieg hier die Temperatur auf — 4°,6 R., so dass man am 19. Juni auch wohl gegen — 4° R. gefunden haben würde, wenn man um diese Zeit noch beobachtet hätte. In 50 Fuss Tiefe, wo für die mitgenommenen Thermometer gar kein Wechsel nach den Jahreszeiten erkennbar seyn konnte, las man im Mai — 3°,2 bis — 3°,3 ab. Eine dritte, die Schilow-Grube, wurde im Sommer 1844 nur 19 Fuss tief getrieben und dann 52 Fuss weiter gebohrt, im Februar 1845 ward aber die Grube bis auf 35 Fuss vertieft und dann noch 25 Fuss gebohrt. Am 7. April begannen die Beobachtungen in der Tiefe von 50 Fuss, und sie wurden bis zum 14. Mai desselben Jahres fortgesetzt. Sie gaben zuerst — 2°,5 und zuletzt — 3°,0. Im folgenden Jahre wurden die Beobachtungen in derselben Tiefe im April, Mai und Juni wiederholt. Sie schwankten nun zwischen — 3°,1 und — 3°,2. Nehme ich diese Temperatur als die bleibende an, wovon ich den Grund später anzeigen werde [2]), so stimmen die Mangan- und die Schilow-Grube darin überein, dass sie in 50 Fuss Tiefe die Temperatur von — 3°, 2, mit der Schwankung von — 0°, 1 geben. Die Leontjew-Grube widerspricht nicht, da sie 50 Fuss Tiefe gar nicht erreichte. Im Schergin-Schachte aber las man in 50 Fuss Tiefe an dem nähern, d. h. nur um einen Fuss eingesenkten Thermometer nach den verschiedenen Zeiten zwischen — 6°,9 R. und — 9°,1 R. ab, und an dem weitern (7 Fuss eingesenkten) Thermometer zwischen — 6°,5 und — 6° R. Aber die Uebereinstimmung der neuen Gruben und ihrer Bohrlöcher wird noch auffallender, wenn wir in die obern, nach den Jahreszeiten ihre Temperatur wechselnden Schichten übergehen. Am 18. Juni las man in der Schilow-Grube in 20 Fuss Tiefe — 4° R. ab, und genau dieselbe Zahl am 19. Juni in der Leontjew-Grube. Wir haben schon oben gesagt, dass man in der Mangan-Grube nicht bis in den Juni beobachtete, dass aber aus den Beobachtungen des Mais sich schliessen lasse, die Temperatur werde in derselben Zeit

2) Ich werde weiter unten zu zeigen versuchen, dass auch die Wände dieser Gruben oder kleinen Schachte während der Arbeit sich merklich abkühlten, was nicht ohne Wirkung auf die Bohrlöcher blieb.

und Tiefe ausgeführt — 4° R. gewesen seyn. Der Schergin-Schacht aber hat in 20 Fuss Tiefe am 21. Juni 1845 — 9°,4 am nähern und — 9°,3 am weitern Thermometer.

Sollen wir nun die Angaben des Schergin-Schachtes oder die der drei neuen Gruben mit ihren Bohrlöchern für die richtigern in Bezug auf den allgemeinen unaufgeschlossenen Boden ansehen? Allerdings lagen die neuen Jakutsker Gruben nicht weit von einander, und irgend ein weit wirkender Grund für locale Erwärmung hätte auf alle drei gleichen Einfluss ausüben können. Aber auch alle weiter abstehenden neu angelegten Gruben stimmen offenbar mehr mit den neuen Jakutsker Gruben als mit dem Schergin-Schachte.

Leider kann man bei diesen entfernten nicht unmittelbar die Boden-Temperatur mit der Luft-Temperatur vergleichen. Indessen folgert Herr v. Middendorff selbst aus einer ganz kurzen Reihe von Mai-Beobachtungen in der Luft von *Amginsk* (200 Werst nach Südosten von *Jakutsk*), dass in dieser Zeit die Temperatur in *Amginsk* 1°,44 R. höher war als in *Jakutsk*. Nehmen wir hiernach an, dass die gesammte Jahres-Temperatur in *Amginsk* etwas über einen Grad wärmer ist als in der letztern Stadt, so stimmen die Grube (28 Fuss tief) und das Bohrloch (32 Fuss tiefer) wieder ganz gut mit den ähnlichen neuen Anlagen bei *Jakutsk*, und gar nicht mit dem Schergin-Schachte. Man fand in *Amginsk* auf 50 Fuss Tiefe bleibende Temperatur — 1°,9, und in 20 Fuss Tiefe zuerst im Mai — 2°,2 — 2°,5, im April des zweiten Jahres (eigentlich bei 21 Fuss Tiefe) etwas mehr [3]).

Noch 200 Werst weiter in derselben Richtung nach SO wurde bei der Mündung der *Maja* in den *Aldan* eine Grube 21 Fuss tief getrieben, das Bohrloch konnte jedoch wegen vorkommender Felsen nur 14 Fuss gefördert werden. Die Temperatur in 20 Fuss Tiefe, von Ende März bis zum 3. April, — 1°,15 bis — 2°,15 R., und in 35 Fuss von — 1°,0 bis — 1°,55 scheint wieder mehr mit allen neuen Brunnen zu stimmen.

3) Von dieser Zunahme später. Jetzt kam es nur darauf an, die grosse Abweichung vom Schergin-Schachte zu zeigen.

Nach Süd-Westen von *Jakutsk* nimmt die Boden-Temperatur, wie sich erwarten liess, noch rascher zu als nach SO. In *Olekminsk* hatte man allerdings im Juli in 20 Fuss Tiefe — 0°,3 und in *Witimsk* (freilich im September) über + 3° R. Hat nun auch bei der letzten Ablesung ein grosser Theil der Sommer-Temperatur schon eingewirkt, so scheint doch der völlige Mangel bleibenden Boden-Eises mehr mit den neuen Gruben und Bohrlöchern als mit der Temperatur im Schergin-Schachte zu stimmen. Dasselbe scheint mir von dem Boden bei *Turuchansk* zu gelten, der ungefähr 0° mittlere Temperatur in seinen veränderlichen und etwas mehr in den nächsten unveränderlichen Schichten hat. Doch will ich auf diesen entfernten Punct, dessen mittlere Luft-Temperatur ganz unbekannt ist, kein Gewicht legen, um die Beweiskraft der andern nicht zu schwächen.

Wenn nun aber die Temperaturen in den neuen Bohrlöchern bei *Jakutsk* unter sich gut übereinstimmen, die Temperaturen im Schergin-Schacht dagegen viel tiefer sind, wenn die Gruben und Bohrlöcher in *Amginsk*, *Ust-Maisk*, *Olekminsk*, *Witimsk*, auch wohl die in *Turuchansk* augenscheinlich besser mit den neuen Jakutsker Gruben stimmen als mit dem Schergin-Schachte, muss man da nicht diesen für die Ausnahme und jene für mehr regelrecht halten, welche die Temperatur des Bodens, bevor er aufgeschlossen ist, viel näher angeben?

Worin aber kann der Grund liegen, dass die Wandung des Schergin-Schachtes um mehrere Grad kälter ist als der allgemeine Boden dieser Gegend?

Ich weiss mir nur eine dreifache Möglichkeit zu denken. Entweder ist ein bleibender und gleichmässig fortwirkender Grund vorhanden, der den Punct, auf welchen grade der Schergin-Schacht traf, in bedeutend niederer Temperatur als die Umgegend erhält; oder zweitens, es wirkte früher eine abkühlende Ursache, deren Wirkung noch nicht aufgehört hat, oder drittens, es ist später, nach dem Bau des Schachtes und vielleicht durch diesen Bau selbst, eine Abkühlung eingetreten, deren Wirkung, wenn auch nicht im Wachsen begriffen, doch noch fortbesteht.

Für die erste Möglichkeit, eine bleibende locale grössere Boden-Kälte, wüsste ich nur solche Gründe zu finden, welche mit dem hier weit verbreiteten und mächtigen Alluvial-Boden unvereinbar sind.

Die zweite Möglichkeit einer vorhergegangenen Abkühlung in der Tiefe, die noch nicht ganz gehoben wäre, hat der Commission allerdings vorgeschwebt. Die Beobachtung der Local-Verhältnisse und die Reihenfolge der Temperaturen nach der Tiefe sprechen einer solchen Vermuthung aber nicht das Wort. Nehmen wir z. B. an, dass vor einigen Jahrhunderten beim Eisgange der *Lena*, zu welcher Zeit die obern Erdschichten der benachbarten Ufer auf 13° bis 15° R. unter 0° erkaltet seyn konnten, gefrorne Schollen derselben mit Eisschollen gemischt an 60 Fuss hoch aufgehäuft wurden, so könnten vielleicht Jahrhunderte vergehen, bevor solche Schichten die Temperatur annehmen würden, welche der erlangten Lage hier zukommt, besonders wenn später neue Ueberschüttungen eintraten. Es sollen sich alterdings auch in den Wänden des Schachtes bis 72 Fuss Tiefe Holzstämme und Wurzeln, dann in viel ansehnlichern Tiefen, zwischen 104 und 384 Fuss auch noch Spuren von Pflanzenresten finden, die einmal von der Oberfläche gekommen seyn müssen. Ihre Lagerung wird in dem ältern und dem neuern Berichte nicht näher beschrieben. Dagegen beobachtete Herr v. Middendorff zahlreiche wellenförmige Abgränzungen dünner Schichten, welche häufige und oft wiederholte Ueberfluthungen anzudeuten scheinen und zwar von fliessendem Wasser, das doch nur unbedeutend unter 0° erkaltet gewesen sein könnte. Ferner lassen sich bedeutende Ueberstürzungen gefrorner Erdschollen ohne Eisschollen, welche die Treiber abgeben würden, hier bei der Tiefe bis zu welcher der Boden gefroren ist, kaum denken, und selbst bei Unterwaschungen eines überhängenden gefrorenen Ufers würden die Einstürze, wenn sie zur Zeit des Eisganges erfolgten, wahrscheinlich Eisschollen mit verschütten. Zusammenhängende Eismassen hat man aber in der Wand des Schergin-Schachtes nicht bemerkt, wie eine solche in der Grube zu *Amginsk* sich sehr bemerklich machte (Reisewerk, Bd. I, S. 116). Verschüttete

Erdschollen würden nach verschiedener Richtung geneigte Schichten erzeugen. Aeltere Berichte (*Bull. de l'Acad.*, Bd. III, p. 195) sprechen aber nur von einer deutlich geneigten Schichtungs-Fläche, und auch diese wird zweifelhaft, da Herr v. Middendorff ihrer nicht erwähnt. Endlich fand sich die Temperatur in der Wand des Schachtes nach der Tiefe hin zwar nicht ganz gleichmässig, aber doch so continuirlich wachsend, dass nirgends eine Schicht gefunden wurde, welche eine geringere Temperatur als eine höher liegende bewahrt hätte.

Es fehlt also wenigstens jeder Beweis einer plötzlichen hohen Ueberschüttung, deren Temperatur noch nicht ausgeglichen wäre.

Gehen wir dagegen zu der dritten Möglichkeit, zu einer später eingetretenen und noch anhaltenden Abkühlung über, so glaube ich diese, wo nicht bis zur vollen Evidenz erweisen, doch in sehr hohem Grade wahrscheinlich machen zu können.

Wenn man die seit Middendorffs Ankunft in *Jakutsk* im April 1844 in der Wand des Schachtes angestellten Temperatur-Beobachtungen in ihrer chronologischen Reihenfolge lässt, sie aber in Gruppen theilt, um Mittelzahlen zu finden, und die Ablesungen an den weitern Thermometern als den weniger dem wechselnden Einflusse des Zutrittes der Luft unterworfenen wählt, so findet man die Mittel-Temperaturen, welche die folgende Tabelle mit Angabe der Zahl von Beobachtungen, aus welchen sie abgeleitet sind, enthält.

Mittel der Temperatur-Ablesungen an den 7 Fuss in die Wand des Schachtes von Jakutsk eingelassenen Thermometern, aus chronologisch geordneten Gruppen abgeleitet.

In Reaumurschen Graden.

Beobachtungen.	Tiefe von 50 Fuss.		Tiefe von 100 Fuss.		Tiefe von 150 Fuss.		Tiefe von 200 Fuss.		Tiefe von 250 Fuss.		Tiefe von 300 Fuss.		Tiefe von 350 Fuss.		Tiefe von 382 Fuss.	
	Temperat. Mittel.	Zahl d. Beobacht.	Temperatur-Mittel.	Zahl d. Beobacht.	Temperatur-Mittel.	Zahl d. Beobacht.	Temperatur-Mittel.	Zahl d. Beobacht.	Temperat. Mittel.	Zahl d. Beobacht.	Temperatur-Mittel.	Zahl d. Beobacht.	Temperatur-Mittel.	Zahl d. Beobacht.	Temperatur-Mittel.	Zahl d. Beobacht.
1844. April, Nov., Dec.	—6,41	10	—5,13	10	—4,515	10	—3,85	10	—3,34	9[1])	—2,972	9[1])	—2,615	10	—2,395	10
1845. Januar bis Mai. .	—6,64	10	—5,24	10	—4,62	10	—3,90	9[1])	—3,33	10	—3,02	7[1])	—2,73	10	—2,411	9
1845. Juni bis November	—6,67	20	—5,195	19	—4,66	19	—4,38[1])	13[2])	—3,33	5	—3,193	19	—2,778	19	—2,40	3
1846. Februar bis Juni. .	—6,63	2	—5,30	2	—4,60	2	—4,50[3])	2			—3,25	2	—2,80	2		

1) Eine zweifelhaft gewordene Ablesung, die in dem Reisewerke mit einem Fragezeichen notirt wird, ist hier nicht in die Berechnung gezogen.

2) Zwei Ablesungen sind nicht in die Berechnung gezogen.

3) Diese Mittelzahl ist aus Ablesungen abgeleitet, die H. v. Middendorff für irrig hielt, da der Quecksilberfaden sich getheilt haben soll. Allein sie stimmen ganz gut mit den anderen. Der leere Raum in der Theilung muss ganz unbedeutend gewesen sein, (wenn überhaupt die eingegangenen Berichte nicht irrig waren), da sonst die Ablesungen höhere Temperatur-Grade gegeben hätten. Bd. I, S. 109 des Reisewerkes.

Die vom April 1844 bis zum Juni 1846 fortgehende Abkühlung scheint mir nach dieser Tabelle nicht nur evident, sie ist sogar fast so gleichmässig als man von einer Reihe von Beobachtungen, die in unregelmässigen Intervallen und von verschiedenen Beobachtern angestellt sind, nur immer erwarten kann. Nur die Station von 250 Fuss Tiefe will nicht mit einstimmen; allein in dieser hört die Reihe der mitgetheilten Ablesungen mit dem Juli 1845 auf, weil es sich erwies, dass das Thermometer verdorben war.

Wenn man aus der vorstehenden Tabelle die von 1844 bis 1846 noch fortgehende Abkühlung erkannt hat, so löst sich ein sonst schwer zu lösendes Räthsel auf die einfachste Weise von der Welt. Herr v. Middendorff hat nämlich, um den Einfluss der Jahreszeiten auf die Boden-Temperatur zu erkennen, alle frühern und spätern Beobachtungen vereint und nach dem Jahres-Cyclus gruppirt. Er kommt dabei auf das auffallende Resultat, dass auch in Tiefen, die dem Einfluss der Jahreszeiten nicht mehr unterworfen seyn sollten, an den weitern Thermometern, also 7 Fuss von der Höhle des Schachtes [4]), im November eine Erwärmung beginnt, die im December in den meisten Stationen ganz bestimmt messbar und so auffallend ist, dass sie nicht mehr auf Ablesungs-Fehlern beruhen kann. Was aber kann im Innern der Erde vorgehen, das mit dem Verlaufe der Jahreszeiten isochronisch wäre? Wie also wäre eine solche Erwärmung erklärbar? Ganz einfach durch Sonderung der Jahre. December-Beobachtungen haben wir nur vom Jahre 1844. Auch haben wir von diesem Jahre drei November-Beobachtungen, von dem Jahre 1845 nur zwei, und von 1846 gar keine. Wenn nun die Abkühlung in den Jahren 1844 bis 1846 noch fortging, so ist die nothwendige Folge, dass, wenn man nach den Monaten summirt, der November etwas und der December bedeutend wärmere Temperaturen zeigt, als die andern Monate, die entweder im Jahre 1844 fehlen, oder im Jahre 1846 noch vorkommen.

---

4) Ich nenne immer diejenigen Thermometer, welche 7 Fuss von der Höhlung des Schachtes abstanden, die weitern, und die 1 Fuss abstehenden die nähern.

War aber die Abkühlung vom April 1844 bis zum Juni 1846 noch messbar, so kann man wohl nicht zweifeln, dass sie früher, so lange die Arbeit noch fortging, noch viel bedeutender war. Das wird auch durch frühere vereinzelte Beobachtungen bestätigt. Herr Professor Erman beobachtete im April 1829, in der Tiefe von 50 Fuss, bis zu welcher die Grube damals getrieben war, —6° R. Herr v. Middendorff hat diesen Vergleichungs-Punct nicht übersehen, allein da ihm das weitere Thermometer in dieser Tiefe durchschnittlich — 6°,6 R. zeigte, so folgert er eine geringe Abkühlung. Da jedoch Herr Erman sein Thermometer nicht so tief einlassen konnte, und schon damals ohne Zweifel, wie die neuen Gruben nachweisen, der Zutritt der Luft abkühlend gewirkt hatte, auch diese Einwirkung zuvörderst die nächsten Schichten erfasste, so werden wir wohl eine richtigere Vergleichung haben, wenn wir unser näheres Thermometer von derselben Tiefe vergleichen. Für dieses geben die neuern Beobachtungen im Jahre 1844 — 6°,9 bis — 9°,1 und im Jahre 1845 — 7°,8 bis — 9°,1. Die Station von 50 Fuss Tiefe hat sich also, 1 Fuss von der Höhlung des Schachtes, von 1829 bis 1845 beinahe um 3° abgekühlt.

Auch die frühern Beobachtungen des ältern Schergin, scheinen mir die seitdem bedeutend vorgeschrittene Abkühlung zu erweisen. Ich bin weit davon entfernt, sie für sehr genau zu halten, da es in die Augen springt, dass Schergin nur auf Ablesung von ganzen Graden ausging, und dass er, wenn die Quecksilber-Säule nicht bei einem vollen Grade endete, einen halben notirte. Dass sie aber nicht völlig ohne Werth sind, glaube ich an folgender Zusammenstellung erweisen zu können, welche in der linken Hälfte Schergins Temperatur-Notizen enthält, in der rechten Hälfte aber diejenigen Temperaturen, welche dieselben Tiefen nach den Beobachtungen unsrer Expedition von 1844 bis 1846 zeigten. Da unsere Expedition Beobachtungs-Stationen von 50 zu 50 Fuss hatte, so brauche ich kaum zu bemerken, dass die Temperatur für 77 Fuss aus den Mittel-Temperaturen, die Herr v. Middendorff für 50 Fuss und für 100 Fuss gefunden hat, berechnet ist, eben so für 119 Fuss aus den Mittel-Temperaturen für

100 und 150 u. s. w. Ausdrücklich aber hebe ich hervor, dass ich die Ablesungen an den weitern Thermometern gewählt habe, um so nahe als möglich die Temperaturen zu erhalten, welche die entsprechenden Erdschichten haben müssten, wenn keine Erkältung statt gefunden hätte, im Falle die Temperaturen der Wände des Schergin-Schachtes uns wirklich die Temperatur der allgemeinen Erdschichten anzeigten.

Schergins Temperatur-Beobachtungen im Boden des Schachtes.			Temperaturen derselben Tiefe nach den Beobachtungen der Sibir. Expedition.	Differenzen.
Zeit der Beobachtungen.	Tiefe.	Temperaturen.	1844 — 1846.	
?	77 Fuss	— 5°,5 R.	— 5°,97	— 0°,47
?	119 -	— 4°,0	— 4°,99	— 0°,99
?	217 -	— 2°,0	— 3°,70	— 1°,70
1. April 1836....	301 -	— 1°,0		
15. October 1836..	— -	— 1°,5	— 3°,10	— 2°,22
27. November 1836	— -	— 0°,5		
28. Januar 1837 ..	— -	— 0°,5		
31. März 1837....	373 -	— 0°,5	— 2°,51	— 2°,01

Die letzte Columne zeigt uns die Differenzen zwischen den Schergin'schen Beobachtungen und der Temperatur der entsprechenden Erdschichten, wie die neuern Beobachtungen sie nach den weitern Thermometern anzudeuten scheinen.

Wie soll es nun zugehen, dass Schergin die tiefsten Stationen 2 Grad zu warm fand? Er setzte sein Thermometer in den Boden des Schachtes ein, und unterschied dessen Temperatur von der Temperatur der Luft im Schachte. Er hätte also, wenn wir zugeben, dass keine spätere Abkühlung eintrat, die bleibende Temperatur der verschiedenen Boden-Tiefen ablesen sollen. Sollen wir annehmen, dass sein Thermometer völlig falsch war? Dagegen spricht der Umstand, dass in den höheren Stationen die Differenzen viel geringer sind. Ja, diese Differenzen sind ziemlich regelmässig wachsend, wo-

durch auch die Vermuthung widerlegt wird, dass etwa die Arbeit in der Grube Luft und Boden erwärmt habe, da sich nicht absehen lässt, warum die Gruben-Arbeit in der Tiefe von 77 Fuss den Boden nur um 0°,4 und dann immer mehr bis über 2 Grad erwärmte. Die fast regelmässige Zunahme der Differenzen spricht auch gegen eine völlig unaufmerksame Ablesung, welche um einige Grade falsch gewesen wäre. Eine grosse Genauigkeit soll damit nicht behauptet werden, da überhaupt nur halbe Grade verzeichnet sind, und die vierfachen Angaben für den Boden als er 43 Faden (301 Fuss) tief war, schlechte Ablesungen oder Schreibfehler vermuthen lassen. Solche Liederlichkeiten können aber keine Progression geben. Wir erkennen dagegen in einer solchen Progression eine Abkühlung, die allmählig weiter dringt, und um so auffallender wird, je wärmer ursprünglich die Erdschicht vor der Eröffnung war [5]).

Das Maass der Abkühlung haben wir aber nicht vollständig in den Differenzen zwischen den Beobachtungen Schergins und denen der Expedition, denn sie musste schon während der Arbeit wirken, hatte also schon gewirkt als Schergin in der Tiefe von 77 Fuss sein Thermometer in den Boden ein-

---

5) Man könnte mir einwerfen, dass ich, wie bei der Vergleichung der Erman'schen Beobachtungen mit den neuern, die nähern Thermometer der letztern in der obigen Tabelle hätte vergleichen sollen. Allein es kam vorzüglich darauf an, anschaulich zu machen, dass die Schergin'schen Beobachtungen fast gar nicht mit der Ueberzeugung zu vereinen sind, dass die jetzigen Temperaturen im Schergin-Schachte die wahren Boden-Temperaturen auch nur annähernd angeben. Für diesen Zweck waren die mehr schwankenden Angaben der nähern Thermometer weniger brauchbar, da die weitern Thermometer durch die Progression der Differenzen beweisen, dass Schergin's Beobachtungen, wenn auch gewiss nicht sehr genau, doch nicht ganz zu verwerfen sind.

Indessen habe ich auch die nähern Thermometer-Angaben unsrer Expedition mit den Schergin'schen verglichen und folgende Differenzen gefunden: für 77 F. Abkühlung um 1°,68; für 119 F. um 1°,46; für 217 F. um 1°,5; für 301 P. um 1°,66 und für 371 F. um 2°,05. Diese Differenzen sind einander gleicher, mit schwankendem Wechsel; doch ist auch hier die tiefste am grössten.

setzte und ohne Zweifel schon als Herr Prof. Erman nach Verlauf des ersten Winters in 50 Fuss Tiefe beobachtete.

Ja, ich kann nicht umhin eine allmählige, wenn auch geringe Abkühlung aus allen Beobachtungen heraus zu lesen, welche Herr v. Middendorff aus den neuen Gruben uns mittheilt, mit Ausnahme der Witimsk-Grube, wo überall der Boden mehrere Grade über dem Nullpuncte erwärmt war.

Auch die Olekminsk-Grube könnte für unsere Ansicht geltend gemacht werden, hat jedoch wenig Beweiskraft, da sie nur die Tiefe von 21 Fuss erreichte, und in ihr nur im Sommer beobachtet wurde. In der Grube von Amginsk las man, in der Seitengrube in 20 Fuss Tiefe [6]), am 27. März, — 1°,25 und dann täglich weniger Wärme, so dass am 3. April dasselbe Thermometer — 2°,15 hatte. War etwa die Welle der Winterkälte im Absteigen? Allein im Bohrloche fiel in 35 Fuss, wo der Wechsel der Jahreszeiten kaum merklich seyn sollte, und zwar im Verlaufe einer Woche, die Temperatur von — 1°,0 auf — 1°,55. Auf allen höhern Stationen (7′ und 15′) war die Zunahme der Kälte noch auffallender. »Das ist ja offenbare Folge vom Eindringen der äussern Luft, welche am Ende des Märzes und in den ersten Tagen des Aprils noch sehr kalt sein muss«, wendet man vielleicht ein. Wir zweifeln nicht daran, sondern glauben an solchen Gruben und Bohrlöchern, in denen in zweien Jahren beobachtet wurde, den augenfälligen Beweis von der anhaltend abkühlenden Wirkung der eindringenden kalten Luft nachweisen zu können. In der Amginsk-Grube wurde im Bohrloche in 50 Fuss Tiefe im Jahre 1845 zuerst —1°,55, dann steigend bis—1°,8, im folgenden Jahre nur einmal —1°,75, meistens aber (9mal) — 1°,9 abgelesen. Das Mittel war für 1845 — 1°,65 R., für 1846 aber — 1°,88 R. In der Schilow-Grube bei *Jakutsk* fand man in derselben Tiefe am 7. April — 2°,5 R., im Mai desselben Jahres — 3°,0 und — 3°,1; im April des folgenden Jahres — 3°,2. Beide Reihen von Beobachtungen, welche allerdings nur eine Abkühlung von einigen Zehntheilen von Graden anzeigten, wurden in Bohrlöchern angestellt, welche aus dem Boden von nicht sehr tiefen Gruben getrieben waren. In den Seitenwänden der Gruben ging die Abkühlung sehr viel

rascher vor sich, worüber wir das Reisewerk selbst zu vergleichen bitten.

Wir haben damit auch schon die Ursache angedeutet, der wir die bedeutende Abkühlung im Schergin-Schachte zuschreiben. Die kalte Luft des Jakutsker Winters, die häufig und anhaltend unter — 30° R. erkaltet ist, musste nothwendig während der Arbeit und so lange der Schacht nach seiner Vollendung offen stand, in ihn einsinken. Hätte sie in ihm in Ruhe bleiben können, so würde die Wirkung dieser Luftsäule auf die Wand des Schachtes nicht sehr bedeutend geworden seyn, allein in den tiefen Regionen des Schachtes durch die Wand desselben erwärmt, musste sie immer wieder sich erheben, während andere Luft einströmte. So musste ein fortgehender *Courant ascendant* und *descendant* im Innern des Schachtes in den kältern Jahreszeiten bestehen, dessen Wirkung nur Abkühlung seyn konnte, denn kältere Luft drang ein und was die aufsteigende Luft an Wärme gewonnen hatte, war ja der nächsten Umgebung des Schachtes entzogen. So war es denn natürlich, dass mit dem Weitertreiben des Schachtes, man Wände und Boden gefroren fand, auch nachdem man den Nullpunkt der gewöhnlichen Boden-Temperatur schon überschritten hatte. Hätte man rasch bohren können, so hätte man vielleicht den aufgethauten Boden erreicht, aber, ohne Bohrer, langsam mit Keilhauen einen Schacht von $3^1/_2$ Arschin oder 98 Zoll E. im Quadrat fortführend, arbeitete man, wie wir glauben, in den letzten Jahren innerhalb einer Scheide von Boden-Eis, welche sich mit der Förderung der Schachten von selbst verlängerte. Dass während der wärmern Jahreszeit die atmosphärische Luft nicht eindrang, ist eben so wahrscheinlich. Da sie viel zu leicht war, konnte sie nur durch Wärme-Mittheilung, ohne Luftströmung von oben sehr langsam und wenig wirken. Dennoch wird es im Sommer in dem grössern Theile des Schachtes an Bewegung der Luft nicht gefehlt haben, da die Luft auf dem Boden des Schachtes, so bald sie dessen Temperatur angenom-

6) In den neuen Gruben oder Schachten wurden die Thermometer in Seitenhöhlen 4 Fuss weit in die Wand eingesetzt.

men hatte, nothwendig mit der schwerern Luft in den höhern Regionen einen aufsteigenden und absteigenden Strom unterhalten musste. Diese Bewegung innerhalb des Schachtes, könnte, wie es scheint, auch nicht fehlen, wenn er ganz hermetisch jahrelang geschlossen gewesen wäre. Ja, die Erkältung während des Winters wirkte doch gewiss durch die schützende Decke hindurch, und musste, wenn sie auch gar keine Luft von aussen eindringen liess, doch die Luft in der obersten Region des Schachtes abkühlen und den Gewichts-Unterschied zwischen ihr und den untersten Schichten noch vermehren.

Wir unterscheiden also eine Strömung, welche durch das Eindringen der sehr kalten äussern Luft bedingt, wesentlich zur Abkühlung des ganzen Schachtes beitragen musste, da sie erst wieder aufsteigen konnte, wenn sie dem Schachte und besonders den tiefsten Theilen desselben viele Wärme entzogen hatte, und im Sommer nicht umgekehrt warme Luft eindrang [7]), und eine andere, welche nicht kalte Luft von aussen einführte, sondern mehr die Wirkung hatte, die Temperaturen verschiedener Tiefen mit einander auszugleichen, also die tiefern Stationen abzukühlen und die höhern zu erwärmen.

Die Art dieser Strömungen stelle ich nur als Vermuthungen hin, da wirkliche Beobachtungen fehlen. Ich glaubte ihre Wandelbarkeit nur erwähnen zu müssen, weil manches auffallende Ergebniss der neuern Beobachtungen, das auf den ersten Blick gegen eine allmählige Erkaltung zu sprechen scheint, durch die Veränderlichkeit der Strömungen verständlich gemacht werden kann. So ist es z. B. sehr auffallend, dass in allen Stationen unterhalb 200 Fuss Tiefe die nähern Thermometer eine höhere Temperatur anzeigten als die entferntern und zwar während der ganzen Zeit der Beobachtungen von 1844 bis 1846, dagegen in den Stationen über 200 Fuss bis zu den wechselnden Temperaturen hinauf die nähern

7) Ein Beweis von der Wirksamkeit dieser Strömung liegt darin, dass die Kohlensäure, welche im Sommer im Boden sich ansammelte, mit dem Beginne des Winters verschwand.

Thermometer kälter gefunden wurden, als die weitern. Woher dieses Phaenomen und zwar in allen Jahrszeiten? Vor der neuen Eröffnung war der Schacht während sechs Jahre durch eine starke Ueberschüttung gut geschlossen gewesen, die eingeschlossene Luft hatte also Zeit genug gehabt, ihre Wirkung nicht nur auf die nächste Wandung, sondern auch nach der Leitungs-Fähigkeit des Bodens zur Seite weithin auszudehnen. Immer aber sollte die nächste Schicht der Wand die kälteste seyn, wenn, wie wir glauben, die allmählige Abkühlung vom Innern des Schachtes ausging. — Wir zweifeln auch nicht, dass das Verhältniss so war, so lange der Schacht verschlossen blieb, dass aber später eine Veränderung eintrat. Diese musste, abgesehen von der Wärme, welche die Beobachter und ihre Lichter mitbrachten, schon dadurch eintreten, dass die abgeschlossene Strömung in eine offene sich verwandelte. Die abgeschlossene Strömung war aber, wie es uns scheint, eine mehr ausgleichende, welche die obern Tiefen auf Kosten der untern erwärmte, und die untern abkühlte. Die neu eintretende Abkühlung in der obern Hälfte der unmittelbaren Wandfläche war also nothwendige Folge der Eröffnung. Genügt sie aber auch um die eingetretene Erwärmung in der untern Hälfte verständlich zu machen? Vielleicht. Indessen mögen noch andere Verhältnisse hinzugekommen seyn. Wenn etwa der aufsteigende Strom, der ja erwärmend wirken muss, eine andere Richtung erhalten hatte, als ihm früher zukam, so wird er auf die Ecke, welcher er jetzt näher ist, erwärmend wirken. Nun erfahren wir, dass vor dem Eingehen in den Schacht eine massive Eisbrücke, die drei Viertheil von der Höhlung des Schachtes einnahm, weggebrochen werden musste. Verändert wurde die Richtung der Luftströmungen dadurch nothwendig. Alle Thermometer lagen über einander in derselben Ecke des Schachtes. Ob nicht der aufsteigende Strom dieser Ecke in ihrer untern Hälfte näher war, als früher? Für künftige Beobachtungen wäre zu rathen, dass man auch in die gegenüberstehende Ecke Thermometer einsetzte.

Doch möge die Bewegung der Luft im Innern des Schachtes seyn wie sie wolle — es scheint unläugbar, dass die

Wände des Schergin-Schachtes bedeutend kälter sind als der umgebende Boden bei *Jakutsk*.

Ist diese Vermuthung richtig, so folgt daraus:

1) Dass wir aus den Temperaturen in der Wand des Schergin-Schachtes nicht einmal annähernd auf die Boden-Temperaturen in verschiedenen Tiefen unter *Jakutsk* schliessen können.

2) Dass wir ferner die Wärme-Leitungsfähigkeit des gefrornen Bodens aus dem genannten Schachte nicht ableiten dürfen, und sie mithin noch gar nicht kennen. Ich halte sie, nach den alltäglichen Erfahrungen über das Vordringen der Kälte durch das Eis und den gefrornen Boden für viel geringer als sie nach den Jakutsker Beobachtungen scheint.

4) Dass wir also auch die Mächtigkeit des Eis-Bodens nicht schätzen können, selbst wenn wir die Temperatur-Beobachtungen in den neuen Gruben als maasgebend betrachten, wie ich sie allerdings für annähernd richtig halte.

Wenn wir die Temperatur-Beobachtungen in den neuern Gruben als maassgebend betrachten, so folgt aber auch, dass in diesen Gegenden, wo die mittlere Temperatur der Luft tief unter dem Nullpunkt steht, der Boden einer viel höhern Temperatur geniesst. Die mittlere Luft-Temperatur ist in *Jakutsk* nach den neuern Beobachtungen etwa — 8°,7 R., die Boden-Temperatur in 50 Fuss Tiefe, nach der Schilow- und der Mangan-Grube zwischen — 2°,5 und — 3° R. Dieser Unterschied ist allerdings sehr gross. Allein Wahlenberg fand schon in Lappland die Temperatur der Quellen um mehrere Grade höher als die mittlere der Luft. Die Schneedecke, welche im Winter von der Kälte nur sehr langsam durchdrungen wird, vor dem Sommer aber schwindet, wird diesen Unterschied vorzüglich bedingen. Dazu kommt, dass im Sommer der Regen die wärmere Temperatur der Luft, mehr oder weniger in die Tiefe führt, im Winter aber der Schnee die ihm mitgetheilte Temperatur nur zum Theil der tiefer liegenden Schnee-Schicht mittheilt, zum Theil wieder der Luft. Der Schnee, der meistens bei mässiger Kälte fällt,

ist, wenn das Wetter hell und kalt wird, die Erwärmer der untersten Luftschicht. Um diese Wirkung nicht zu gering anzuschlagen, muss man sich nur erinnern, dass die gesammte Schneedecke in kältern Klimaten gleichsam die Summe der wärmsten Wintertage ist. Die jedesmalige oberste Schicht des Schnees wird ihre Wärme grösstentheils nach oben an die meistens kältere und bewegte Luft abgeben, in sehr geringem Maasse durch die schlecht leitende untere Schneeschicht an den ebenfalls schlecht leitenden gefrornen Boden. — In wie weit das abwechselnde Frieren und Aufthauen in den obersten Erdschichten auf die Differenz zwischen der Luft und Boden-Wärme Einfluss ausübt, möge künftigen Untersuchungen als Aufgabe hingestellt werden. Bis dahin denke ich mir, dass dieser Wechsel, nach der Abhängigkeit des Bodens, den Unterschied zwischen Luft- und Boden-Temperatur verändern muss. Mit dem Flüssigwerden des Wassers wird Wärme gebunden. Ist der Boden so beschaffen, dass von diesem Wasser viel abfliesst, so verliert er viel von der ihm gehörenden Wärme; lässt er wenig abfliessen, so behält er sie bei sich. Dagegen wird freilich der trockne Boden von der Sonne viel mehr durchwärmt als der wasserhaltige.

Herr v. Middendorff scheint in der grossen Differenz, welche bei *Jakutsk* zwischen der Luft- und der Boden-Temperatur sich ergiebt, wenn man die Temperaturen in den neuen Gruben für die normalen hält, einen wichtigsten Bestimmungsgrund, wenn nicht den wichtigsten gefunden zu haben, die Temperaturen des Schergin-Schachtes für die normalern zu halten.

Ich wünsche sehnlichst eine Entscheidung dieser Frage und in diesem Wunsche liegt der Grund zu meinem heutigen Vortrage. Es scheint mir eine Ehrensache für die Akademie diese Entscheidung so bald als möglich herbeizuführen.

Neue und auf ein Paar hundert Fuss tiefgehende Bohrlöcher scheinen erforderlich, so wie jetzt, nach dem Verlaufe einiger Jahre eine neue Reihe von Beobachtungen im Schergin-Schachte, theils in den alten Stationen, theils in denselben Tiefen in der diagonal gegenüberstehenden Ecke. Am entscheidendsten würde wohl die Frage gelöst, wenn man im

Schergin-Schachte sehr weit, 50 — 100 Fuss etwa, nach der Seite bohren könnte, um zu erfahren, ob der Schacht mit seiner tiefern Hälfte bloss eine erkältete Scheide um sich hat oder nicht. Herr v. Middendorff hat am Schlusse der ersten Lieferung vom ersten Bande seines Reisewerks einen Horizontalbohrer vorgeschlagen, mit dem man in ungefrornem Boden bis 30 Fuss in Einem Tage soll vordringen können. Mit diesem Instrumente lässt sich bestimmter Erfolg erwarten. Der Unterschied in den Entfernungen der angewendeten Thermometer von 1 Fuss und 7 Fuss war bei dem Wechsel, dem die nähern Thermometer ausgesetzt sind, zu gering, um die Leitungsfähigkeit des Bodens bestimmen zu können.

Bis es zu einer neuen Expedition mit neuen Apparaten kommt, kann ich nicht umhin zu glauben, dass eine vorläufige Untersuchung der neuen Schachte durch eine Person, deren Ablesungen bis auf einen halben Grad zuverlässig sind, die Frage entscheiden muss, ob der Schergin-Schacht um mehrere Grade erkaltet ist. Wenn nämlich meine Vermuthung begründet ist, dass in eine so durchsunkene Stelle die Kälte bedeutend eindringt, so müssen auch die Wände der neuen kürzern Schachte jetzt wohl bedeutend kälter sein als zur Zeit der frühern Beobachtungen.

Für die Leitungsfähigkeit des gefrornen Bodens wird man auf diese Weise freilich noch kein erträgliches Resultat finden.

(Aus dem Bull. phys.-mathém. T. VIII. Nr. 14.)

$\frac{15}{27}$ März 1850.

Ueber Bestimmung der mittleren Temperatur; von A. M. NAPIERSKY, Oberlehrer am Gymnasium in Mitau, mitgetheilt vom Akademiker A. T. KUPFFER*).

Die Bestimmung der mittleren Temperatur eines Tages, Monats oder Jahres hat da keine Schwierigkeit, wo die Thermometerbeobachtungen täglich von Stunde zu Stunde angestellt werden, wie dies der Fall ist in den magnetisch meteorologischen Observatorien zu St. Petersburg, Catharinenburg, Barnaul, Nertschinsk und Sitka. Das arithmetische Mittel aus den 24 im Laufe des Tages gemachten Beobachtungen, gibt die mittlere Temperatur des Tages. In den Observatorien zu Bagoslowsk, Lugan und Slatoust werden die Thermometerbeobachtungen von 8^h Morgens bis 10^h Abends alle zwei Stunden angestellt, während der Nacht aber nicht fortgesetzt. Das Mittel aus diesen acht im Laufe eines Tages erhaltenen Thermometerständen ist offenbar nicht gleich der mittleren

*) Herr Napiersky hat hier einen Gegenstand behandelt, der schon von vielen ist behandelt worden, und noch neulich von Erman (siehe Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland 1847, VI.) und Paucker (siehe Arbeiten der Kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst, 6tes Heft. 1849).

Temperatur, sondern höher als dieselbe. Zwar muss das Thermometer zweimal des Tages die mittlere Temperatur angeben; ermittelt man daher die Stunden wo dies stattfindet, so kann das Mittel aus diesen zwei Beobachtungen als ein genäherter Werth der mittleren Temperatur des Tages angesehen werden. Diese Stunden sind jedoch für verschiedene Tage verschieden, und es ist leicht einzusehen, dass die so erhaltene Mitteltemperatur noch keinen Anspruch machen kann auf diejenige Genauigkeit, welche die Meteorologie jetzt zu fordern berechtigt ist, da bei einer solchen Bestimmung der mittleren Temperatur die etwa noch zu anderen Stunden angestellten Beobachtungen völlig unberücksichtigt bleiben würden, während sie doch zur genaueren Bestimmung der mittleren Temperatur beitragen sollen. Es ist meine Absicht in diesem Aufsatze ein Verfahren anzugeben, nach welchem man für jeden Ort, sobald für denselben die erforderlichen, aus einer längeren Beobachtungsreihe herzuleitenden Constanten ein für allemal berechnet sind, die mittere Temperatur eines Monats aus einer beliebigen Anzahl am Tage angestellter Beobachtungen mit Leichtigkeit zu finden im Stande ist. Vorher bemerke ich noch, dass das nachfolgende Verfahren nur auf den täglichen Gang der Temperatur, wie derselbe im Mittel aus vielen Beobachtungen (etwa eines ganzen Monats) hervorgeht, anzuwenden ist, nicht aber auf die Temperaturen eines einzelnen Tages, da diese durch zufällige Störungen in der Witterung vom normalen Gange abweichen, was im Mittel aus vielen Beobachtungen weniger zu fürchten ist. Die Grundlage der folgenden Untersuchung ist in Bessel's Aufsatz in N°. 136 der astronomischen Nachrichten 1828 enthalten, und ich entlehne demselben daher das für meinen Zweck Nöthige, um daran weitere Folgerungen für die Berechnung der mittleren Temperatur zu knüpfen.

Es scheint t_0, t_1, t_2, . . . t_{n-1}, die im Laufe eines Tages vom Mittage nach gleichen Zeiträumen, die einen aliquoten Theil des Tages bilden, aufeinanderfolgenden mittleren Temperaturen eines Monats. Ihre Anzahl sei n; ferner bedeute z die Anzahl Grade, welche der Zwischenzeit zwischen zwei auf-

einanderfolgenden Beobachtungen entspricht, wenn 15^0 auf die Stunde gerechnet werden, dann hat man:

(1) $t_m = u + u_1 \sin(U_1 + mz) + u_2 \sin(U_2 + m \cdot 2z) + \ldots$

wo u, u_1, u_2, ... U_1, U_2, ... Constanten sind und m der Reihe nach $= 0, 1, 2, 3, \ldots (n-1)$ gesetzt wird.

Setzt man nun

$$\begin{aligned} u &= p \\ u_1 \sin U_1 &= p_1, \quad u_1 \cos U_1 = q_1 \\ u_2 \sin U_2 &= p_2, \quad u_2 \cos U_2 = q_2 \\ &\ldots\ldots\ldots\quad \ldots\ldots\ldots \end{aligned} \tag{2}$$

so hat man die n Gleichungen:

$$\begin{aligned} t_0 &= p + p_1 + p_2 + \ldots \\ t_1 &= p + p_1 \cos z + q_1 \sin z + p_2 \cos 2z + q_2 \sin 2z + \ldots \\ t_2 &= p + p_1 \cos 2z + q_1 \sin 2z + p_2 \cos 4z + q_2 \sin 4z + \ldots \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ t_{n-1} &= p + p_1 \cos(n-1)z + q_1 \sin(n-1)z \\ &\quad + p_2 \cos(n-1)2z + q_2 \sin(n-1)2z + \ldots \end{aligned} \tag{3}$$

Behandelt man diese Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate, so erhält man für die unbekannten Grössen p, p_1, p_2, ... q_1, q_2 ... die Ausdrücke:

$$\begin{aligned} p &= \frac{1}{n}[t_0 + t_1 + t_2 + \ldots\ldots\ldots + t_{n-1}] \\ p_1 &= \frac{2}{n}[t_0 + t_1 \cos z + t_2 \cos 2z + \ldots + t_{n-1} \cos(n-1)z] \\ q_1 &= \frac{2}{n}[t_1 \sin z + t_2 \sin 2z + \ldots + t_{n-1} \sin(n-1)z] \\ p_2 &= \frac{2}{n}[t_0 + t_1 \cos 2z + t_2 \cos 4z + \ldots + t_{n-1} \cos(n-1)2z] \\ q_2 &= \frac{2}{n}[t_1 \sin 2z + t_2 \sin 4z + \ldots + t_{n-1} \sin(n-1)2z] \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \tag{4}$$

Aus den Werthen von p, p_1, p_2, . . . q_1, q_2, . . . ergeben sich sodann leicht aus (2) die Constanten u, u_1, u_2, . . . U_1, U_2, . . .

Wo die Beobachtungen des Nachts nicht fortgesetzt werden, da fehlen einige der Grössen t_0, t_1, t_2, . . . t_{n-1}. Man bezeichne diese nicht vorhandenen Beobachtungen mit t_h, t_i, . . . dann hat man:

$$p = \frac{1}{n}(t) + \frac{1}{n}t_h + \frac{1}{n}t_i + \cdots$$

$$p_1 = \frac{2}{n}(t\cos z) + \frac{2}{n}t_h\cos hz + \frac{2}{n}t_i\cos iz + \cdots$$

$$q_1 = \frac{2}{n}(t\sin z) + \frac{2}{n}t_h\sin hz + \frac{2}{n}t_i\sin iz + \cdots \quad (5.)$$

$$p_2 = \frac{2}{n}(t\cos 2z) + \frac{2}{n}t_h\cos 2hz + \frac{2}{n}t_i\cos 2iz + \cdots$$

. . . . . .

wo mit (t), $(t\cos z)$, $(t\sin z)$, $(t\cos 2z)$, ... die entsprechenden Summen für die vorhandenen Beobachtungen bezeichnet sind. Wenn man diese Ausdrücke von p, p_1, q_1, p_2, q_2, . . . in die Ausdrücke für t_h, t_i, . . . setzt nämlich in:

$$t_h = p + p_1\cos hz + q_1\sin hz + \cdots$$

$$t_i = p + p_1\cos iz + q_1\sin iz + \cdots \quad (6.)$$

. . . . . .

so erhielt man so viele Gleichungen als unbekannte Grössen t_h, t_i, . . . wodurch also diese gefunden werden und dann wieder in die noch damit behafteten Ausdrücke von p, p_1, q_1, . . . gesetzt werden können. Wenn kein Werth von t fehlt, so bleibt die Bestimmung eines Gliedes des Ausdrucks (1) dieselbe, dieser mag über dieses Glied hinaus fortgesetzt sein oder sich mit demselben schliessen. Dieser Vortheil geht verloren, wenn Werthe von t fehlen; man erhält andere Werthe von unbekannten Grössen, je nachdem man den Ausdruck (1) früher oder später abbricht.

Hat man auf diese Weise aus einer längeren Reihe von Jahren den Ausdruck (1) berechnet, so dass er den beobachteten mittleren Gang der täglichen Temperatur jedes Monats mit der Genauigkeit darstellt, dass die übrigbleibenden Fehler kleiner sind als die bei der Beobachtung zu befürchtenden, so gebe man ihm die Form:

$$t_m = u + u_1 Am$$

wo $Am = \sin(U_1 + mz) + \frac{u_2}{u_1} \sin(U_1 + m \cdot 2z) + \ldots$ ist. Dann hat man aus den vorhandenen Beobachtungen die n Gleichungen:

$$t_0 = u + u_1 A_0$$
$$t_1 = u + u_1 A_1$$
$$t_2 = u + u_1 A_2$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$t_{n-1} = u + u_1 A_{n-1}$$

Führt man folgende Bezeichnungen ein:

$$(A_0 + A_1 + A_2 + \ldots + A_{n-1}) = \Sigma A;\ (A_0 A_0 + A_1 A_1 + A_2 A_2 + \ldots + A_{n-1} A_{n-1}) = \Sigma AA;\ \mathfrak{A} = \frac{\Sigma AA}{n\Sigma AA - \Sigma A \cdot \Sigma A};$$

$$\mathfrak{B} = \frac{\Sigma A}{n\Sigma AA - \Sigma A \cdot \Sigma A};\ \mathfrak{C} = \frac{n}{n\Sigma AA - \Sigma A \cdot \Sigma A};$$

$$k_0 = \mathfrak{A} - \mathfrak{B} A_0 \qquad l_0 = \mathfrak{B} - \mathfrak{C} A_0$$
$$k_1 = \mathfrak{A} - \mathfrak{B} A_1 \qquad l_1 = \mathfrak{B} - \mathfrak{C} A_1$$
$$k_2 = \mathfrak{A} - \mathfrak{B} A_2 \qquad l_2 = \mathfrak{B} - \mathfrak{C} A_2$$
$$\ldots\ldots\ldots \qquad \ldots\ldots\ldots$$

so erhält man aus den Gleichungen (7) nach der Methode der kleinsten Quadrate für die Unbekannten u und u_1 folgende Ausdrücke:

$$(8.)\quad \begin{aligned} u &= k_0 t_0 + k_1 t_1 + k_2 t_2 + \ldots + k_{n-1} t_{n-1} \\ u_1 &= l_0 t_0 + l_1 t_1 + l_2 t_2 + \ldots + l_{n-1} t_{n-1} \end{aligned}$$

Als Controle der Rechnung dienen die Gleichungen $k_0 + k_1 + k_2 + \ldots + k_{n-1} = 1$ und $l_0 + l_1 + l_2 + \ldots + l_{n-1} = 0$.

Die Werthe der Constanten k_0, k_1, k_2 . . . sind für jeden Ort und Monat des Jahres verschieden; es ist aber von der grössten Wichtigkeit für die Bestimmung der mittleren Temperatur u die Werthe derselben für jeden Ort, wo Thermometerbeobachtungen zu bestimmten Stunden des Tages gemacht werden, für alle Monate des Jahres festzustellen, und dies wird um so sicherer geschehen können, wenn eine längere Reihe von Jahren benutzt wird. Hat man diese Constanten für die gewählten Beobachtungsstunden an einem Orte für alle Monate des Jahres bestimmt, so braucht man nur die Mittelzahlen jedes Monats beziehungsweise mit denselben zu multipliciren und die so erhaltenen Producte zu addiren, um die mittlere Temperatur des Monats zu erhalten.

Als Beispiel wähle ich die Thermometerbeobachtungen zu Lugan in den Jahren 1838 bis 1846 (Siehe Средніе изъ всѣхъ магнитныхъ и метеорологическихъ наблюденій, произведенныхъ въ обсерваторіяхъ Горнаго вѣдомства до 1845 года включительно, выведенныя Унтеръ-Шихтмейстеромъ Тумашевымъ, наблюдателемъ С. Петербургской нормальной обсерваторіи.). Für diesen Ort finden sich für den Januar der oben angeführten Jahre folgende Mittel angegeben:

	0^h	2^h	4^h	6^h	8^h	10^h	12^h	14^h
1838	— 10,50	— 10,00	— 10,60	— 11,50	— 11,80	— 12,40	— 13,50	— 12,20
1839	— 0,90	— 1,50	— 3,00	— 3,30	— 3,60	— 3,70	— 3,00	— 1,60
1840	— 5,00	— 5,60	— 6,60	— 7,00	— 7,70	— 7,70	— 7,90	— 5,70
1841	— 5,30	— 5,20	— 6,20	— 6,90	— 7,20	— 7,40	— 7,30	— 6,20
1842	— 7,17	— 6,55	— 7,34	— 8,39	— 8,98	— 9,51	— 10,93	— 8,55
1843	— 1,98	— 1,61	— 2,22	— 3,01	— 3,32	— 3,45	— 3,84	— 3,03
1844	— 2,80	— 2,90	— 3,50	— 4,00	— 4,40	— 4,70	— 4,70	— 3,70
1845	— 6,34	— 5,89	— 6,53	— 7,43	— 8,07	— 8,55	— 8,80	— 7,53
1846	— 3,84	— 3,49	— 4,15	— 4,60	— 4,93	— 5,18	— 5,37	— 4,56
Mittel	— 4,87	— 4,75	— 5,57	— 6,24	— 6,67	— 6,95	— 7,16	— 5,90

Für die letzte horizontale Reihe erhält man, wenn die vier ersten Glieder des Ausdrucks (1) beibehalten werden:

$$(t) = -48{,}11\,;\ (t\cos z) = -11{,}10429;\ (t\sin z) = -13{,}53942;$$
$$(t\cos 2z) = +2{,}27;\ (t\sin 2z) = +14{,}16815;$$
$$(t\cos 3z) = +1{,}19;\ (t\sin 3z) = +0{,}44;$$

und hiermit nach (6) die 4 Gleichungen:

$$5t_6 - (2+\sqrt{3})t_7 - t_8 + t_9 = -23{,}7414$$
$$-(2+\sqrt{3})t_6 + 5t_7 - (2+\sqrt{3})t_8 + t_9 = +10{,}5925$$
$$t_6 - (2+\sqrt{3})t_7 + 5t_8 - (2+\sqrt{3})t_9 = +11{,}0952$$
$$t_6 + t_7 - (2+\sqrt{3})t_8 + 5t_9 = -24{,}6912$$

woraus sich findet $t_6 = -7{,}27972$; $t_7 = -7{,}54265$; $t_8 = -7{,}74079$; $t_9 = -7{,}75156$; aus (5) und (2) erhält man jetzt:

$$u = p = -6{,}5354$$

$p_1 = +1{,}0963$, $q_1 = +0{,}7812$, $U_1 = 54°31'{,}6$, $u_1 = 1{,}3466$

$p_2 = +0{,}4735$, $q_2 = +0{,}1554$, $U_2 = 71\ 49{,}8$, $u_2 = 0{,}4983$

$p_3 = +0{,}1215$, $q_3 = +0{,}0385$, $U_3 = 72\ 25{,}1$, $u_3 = 0{,}1275$

so dass der tägliche Gang der Temperatur von zwei zu zwei Stunden für den Januar dargestellt wird durch die Formel

$$\text{(I.)}\quad t_m = -6{,}5354 + 1{,}3466 \sin(54°31'{,}6 + m\,.\,30°) + 0{,}4983 \sin(71°49'{,}8 + m\,.\,60°) + 0{,}1275 \sin(72°25'{,}1 + m\,.\,90°).$$

Um zu beurtheilen, wie genau dieselbe den Beobachtungen entspricht stelle ich die beobachteten und berechneten Werthe zusammen:

	0^h	2^h	4^h	6^h	8^h
Beobachtet:	— 4,87	— 4,75	— 5,57	— 6,24	— 6,67
Berechnet:	— 4,84	— 4,79	— 5,54	— 6,27	— 6,66
Differenz:	0,03	+ 0,04	— 0,03	+ 0,03	— 0,01

	10^h	12^h	14^h	16^h	18^h
Beobachtet:	— 6,95				
Berechnet:	— 6,95	— 7,28	— 7,54	— 7,74	— 7,75
Differenz:	0,00				

	20^h	n^h
Beobachtet:	— 7,16	— 5,90
Berechnet:	— 7,16	— 5,91
Distanz:	— 0,00	+ 0,01

Aus (7) hat man nun folgende acht Gleichungen:

$$-4{,}87 = u + 1{,}256u_1 \qquad -6{,}67 = u - 0{,}090u_1$$
$$-4{,}75 = u + 1{,}300u_1 \qquad -6{,}95 = u - 0{,}311u_1$$
$$-5{,}57 = u + 0{,}744u_1 \qquad -7{,}16 = u - 0{,}461u_1$$
$$-6{,}24 = u + 0{,}200u_1 \qquad -5{,}90 = u + 0{,}462u_1$$

Hieraus erhält man für den Januar die Coëfficienten k wie folgt:

$k_0 = 0{,}019$; $k_1 = 0{,}014$; $k_2 = 0{,}082$; $k_3 = 0{,}148$;
$k_4 = 0{,}183$; $k_5 = 0{,}210$; $k_{10} = 0{,}228$; $k_{11} = 0{,}116$;

Berechnet man mit diesen Werthen die Mitteltemperaturen des Januar für die einzelnen Jahre so ergibt sich;

1838	1839	1840	1841	1842	1843
— 12,17	— 3,08	— 7,19	— 6,96	— 9,20	— 3,25
	1844	1845	1846		
	— 4,27	— 7,99	— 4,89.		

Das Mittel dieser Zahlen —6,56 stimmt sehr gut überein mit der mittleren Temperatur aus der Formel (1) —6,54.

Wäre das Thermometer zu Lugan nur dreimal des Tages um 2^h, 10^h, 20^h beobachtet, so wären die Coëfficienten k bezüglich 0,2296; 0,3783; 0,3921; woraus man für die einzelnen Jahre erhielte:

1838	1839	1840	1841	1842	1843
— 12,28	— 2,92	— 6,86	— 6,86	— 9,39	— 9,18
	1844	1845	1846		
	— 4,28	— 8,04	— 4,87		

Im Mittel wäre hiernach die mittlere Temperatur des Jan. — 6,52 übereinstimmend mit dem Früheren.

Mitau, den 21sten Febr. 1850.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. VIII. No.* 21.)

$\frac{15}{27}$ März 1850.

Notiz über Höhenmessungen mit dem Barometer vom Akademiker KUPFFER.

Regnault hat dnrch seine Untersuchungen über den Druck des Wasserdampfes der Methode, die Höhen der Berge durch den Kochpunkt zu bestimmen, eine solche Sicherheit gegeben, dass wol bald der transportable Kochpunktapparat das zerbrechliche Barometer auf allen Reisen verdrängen wird, wo man nicht anders als zu Pferde fortkommen kann, es wird deshalb gewiss Manchem willkommen sein, hier eine Formel zu finden, nach welcher solche Beobachtungen mit grosser Leichtigkeit berechnet werden können.

Die Höhenunterschiede verhalten sich wie die Unterschiede der Logarithmen der Barometerhöhen; dasselbe Verhältniss hat nahezu auch zwischen den Temperaturunterschieden und den Druckhöhen des Wasserdampfes statt; die Höhenunterschiede müssen sich aber nahezu wie die Temperaturunterschiede verhalten.

Es sei t die Temperatur, in Centesimalgraden ausgedrückt, aber nicht von 0 hinauf, sondern von 100° hinabgezählt, und z die Höhe des Standpunktes über demjenigen Punct, wo der Kochpunkt des Wassers 100° ist, oder wo die Barometerhöhe, auf 0° reducirt $=760^{mm}$ ist, so hat man so ziemlich nahe, wenn die Höhe nicht 150 Meter übersteigt;

$$z = 300 . t$$

Dabei ist die mittlere Temperatur der Luft zu 9°,3 angenommen, die Barometerhöhen aber sind auf 0° reducirt worden. Die folgende Tabelle zeigt die Uebereinstimmung der empyrischen Formel mit der genauen.

i	Höhe nach der approxim. Formel m	Höhe nach der genauen Berechnung
1	300	295
2	600	594
3	900	894
4	1200	1196
5	1500	1500

Da, wo der mittlere Barometerstand am Meere 760^{mm} beträgt, sind die berechneten Zahlen die Höhe über der Meeresfläche; wo das nicht der Fall ist, muss man zu jeder berechneten Höhe eine constante Grösse hinzufügen; ungefähr 10 Meter für jedes Millimeter, um welches der mittlere Barometerstand am Meere grösser ist als 760^{mm}.

Nach der obigen Formel ist es leicht, das Thermometer so zu theilen, dass es unmittelbar die Höhe des Standpunctes über der Meeresfläche giebt.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. VIII. No.* 21.)

$\frac{15}{27}$ Mai 1850.

Ueber die Soda der Araxes-Ebene in Armenien von H. ABICH.

Einige Ideen, welche in meinem im fünften Bande dieses Bulletins abgedruckten Aufsatze über Natronseen auf der Araxes-Ebene und die dortigen Sodapflanzen ausgesprochen sind, haben mich in Folge meines wiederholten Besuches jener Gegenden veranlasst, noch einmal auf die rohe Soda zurückzukommen, welche von den Bewohnern der Araxes-Ebene jährlich in bedeutender Quantität aus besonderen Species von Salsola durch einfaches Verbrennen der halbgetrockneten Pflanze bereitet und auf die Märkte von Eriwan und Nachitschewan geführt wird. Die beste und am höchsten verwerthete Soda kommt aus der Umgebung der Dörfer Parakar und Sardarak, dem Distrikte von Scharur, so wie aus denjenigen Gebieten des Araxes-Hochthals, welche den beiden grössten Steinsalzablagerungen an dem südöstlichen und dem nordwestlichen Ende des Hochthals benachbart sind.

Die beste Soda von der Araxes-Ebene zeigt auf dem frischen Bruche eine compacte, sehr wenig poröse Masse von dunkelgräuer Farbe, von kleinen schwarzen kohligen Theilen durchzogen, welche zuweilen noch die Form von Pflanzentheilen erkennen lassen. Kurze Zeit der Luft ausgesetzt nimmt die Soda eine lichte graue Farbe an, und bedeckt sich vollständig mit einem feinen Ueberzuge von zerfallenem kohlensauren

Natron. Beim Anhauchen bemerkt man anfänglich einen schwefelig ammoniakalischen Geruch, welchem aber sogleich ein deutlicher Geruch nach Blausäure folgt; beim Erhitzen werden beide Wahrnehmungen verstärkt, und wenn man dies bis zum dunklen Rothglühen steigert, so erleidet die Soda einen Gewichtsverlust von 2,5 bis 3,0 p. C.

Warmes Wasser entzieht der gepulverten Soda mit grosser Leichtigkeit sämmtliche lösliche Salze; der völlig ausgelaugte Rückstand stellt getrocknet eine leichte und wenig zusammenhängende Masse dar, welche zum grössten Theile aus kohlensauren Erden besteht, denen etwas Thon und kohlige Theile, so wie Schwefelcalcium beigemengt sind. Dieser Rückstand beträgt dem Gewichte nach 30 bis 31 p. C. der angewendeten Menge. Die Lauge besitzt die Farbe eines hellen Franzweins und lässt beim Eindampfen einen geringen Antheil von Kieselerdehydrat fallen. Die bei niedriger Temperatur bewirkte Krystallisation derselben liefert nahe an 100 p. C. vom Gewichte der angewandten Soda eines äusserst reinen und weissen kohlensauren Natrons, welches auch nicht im geringsten durch schwefelsaure Salze verunreinigt ist, während diese mehr oder weniger bei allen anderen bis jetzt bekannten Sodaarten in erster Krystallisation zu erscheinen pflegen. Aus der sehr ätzenden Mutterlauge scheiden sich nach abermaligem schwachen Abdampfen unter dem Einflusse niedriger Temperatur nach längerer Zeit noch einmal Natronkrystalle aus, gleichzeitig aber verdickt sich die Lauge zu einem gelatinösen Magma, welches in einer schwer zu trennenden Aetzlauge suspendirt ist. Durch Abdampfen dieses Rückstandes erhält man ein weissliches oder gelbliches Salz, für welches bei einer damit angestellten Analyse sich folgende Zusammensetzung ergab:

Kohlensaures Natron	28,79
Aetznatron	6,64
Schwefelsaures Natron	2,33
Chlornatrium	14,36
Chlorkalium	16,79
Kohlensaures Kali	14,00
Cyaneisenkalium	1,54
Thonerde und Kieselerde	5,68
Wasser	5,57
Verlust, nebst kleinen Mengen von Rhodankalium, Schwefelnatrium, Schwefelkalium u. Spuren von Jodnatrium.	4,30
	100,00

Der aussergewöhnliche Gehalt an kohlensaurem Natron und der sehr geringe Gehalt an schwefelsaurem Natron verleihen der Soda der Araxes-Ebene eine sehr wichtige technische Bedeutung, welche durch die Leichtigkeit, mit welcher die rohe Soda alljährlich in jeder beliebigen Quantität in dem ganzen Umfange der Araxes-Ebene erzeugt werden kann, noch bedeutend erhöht wird. Der Process ihrer Darstellung ist im höchsten Grade einfach. Man gräbt auf der Steppe, wo die Sodapflanzen wachsen, mässig tiefe Gruben, und macht in denselben vermittelst leicht brennbarer Gräser und Stroh ein lebhaftes Feuer an, welches nunmehr durch die fortwährend aufgeschütteten trockenen Sodapflanzen genährt wird. Man vermeidet sorgfältig Alles, was zu einer Verunreinigung des zu erzielenden Produktes Veranlassung geben könnte, und lässt dieses sich auf dem Boden der Grube in der Form einer zähflüssigen Salzmasse bis zum Gewichte von mehreren Puden anhäufen.

(Aus dem *Bullet. phys.-mathém. T. VIII. No.* 21.)

$\frac{12}{24}$ April 1850.

Meteorologische Beobachtungen in Transkaukasien; von Hrn. Professor Abich.

In Folge eines Planes, über dessen Natur und Entwicklung ich auf die Nachrichten hinweisen darf, welche die Akademie über meteorologische Stationsbeobachtungen in Transkaukasien zu verschiedenen Malen gegeben hat, sind jetzt bereits zwei Jahre hintereinander möglichst gleichzeitige Beobachtungen mit guten unter sich verglichenen Instrumenten an einer Anzahl von Orten diesseits und jenseits des Kaukasus, von einem Meere zum anderen angestellt worden. Gestützt auf die Tafeln, welche durch die mehrjährige stündliche Beobachtungsthätigkeit des Tifliser magneto-meteorologischen Observatorii für die numerischen mittleren Ausdrücke sämmtlicher, der meteorologischen Untersuchung vorliegenden Elemente gewonnen worden sind [1]), war es möglich, aus den vollständigen zweijährigen Reihen der vorerwähnten Nebenstationen bereits einen Theil der wesentlichsten Resultate nach Methoden zu berechnen, welche zu Werthen führen, die nur schwach um die Wahrheit oscilliren können, da die gewählten Stundengruppen in Tiflis Mittel lie-

1) Die *Comptes rendus* 1844 und 1845 von Philadelphin im Bulletin und das Detail der Beobachtungen im *Annuaire magn. et météorol. du Corps des Ingenieurs des mines.* — Die treffliche Brochüre von H. Chanykof: Тепловой Климатъ. 1847.

fern, die mit den wirklichen aus 24stündigen Reihen daselbst entweder zusammenfallen, oder doch nur eine kleine Correction nöthig haben, die überall, wo sie eintreten musste, nach Anleitung von Kämtz's Lehrbuch der Meteorologie T. I. pag. 104 ausgeführt worden ist. Zur möglichsten Vermeidung von Fehlern, die von den angewendeten Methoden nicht abhängen, habe ich die Berechnung dieser Werthe selbst ausgeführt. Diese Rechnungen sind aufgezeichnet und bestimmt, bei späterer umfassenderer Bearbeitung sämmtlicher Beobachtungen zum Vergleich gezogen zu werden. Ich habe nun im Laufe dieser Arbeit, mit welcher ich mich seit meiner Rückkehr aus den Thälern des nördlichen Kaukasus-Abfalles im November beschäftigte, die erfreuliche Wahrnehmung machen können, dass der Mechanismus der Beobachtungen, so wie ich ihn nach und nach an den verschiedenen Orten zu dem erforderlichen Grade der Sicherheit auszubilden bemüht gewesen bin, den gehegten Erwartungen auf eine befriedigende Weise entspricht. Die relative Uebereinstimmung in den Resultaten der erhaltenen 2jähr. Beobachtungsreihen, so wie das immer deutlichere Hervortreten der Gesetzmässigkeiten in den Erscheinungen überhaupt, durch welche die so äusserst mannigfaltigen partiellen Climate von Grusien bereits eine deutlichere Gestaltung gewinnen, sprechen für sich selbst und berechtigen, den erhaltenen Resultaten volles Vertrauen zu schenken. Unter diesen Umständen scheint es mir erlaubt, eine gedrängte Uebersicht der bis jetzt berechneten Werthe zu geben. Es gelangen durch dieselbe indess nur die täglichen, monatlichen und jährlichen Mittel für Temperatur, Feuchtigkeit der Luft, Windrichtung und Niederschläge für folgende Orte in Grusien zur vorläufigen vergleichenden Uebersicht: Tiflis, Kutais, Redutkalé, Alexandropol, Erivan, Nachitschevan, Schuscha, Lenkoran, Baku, Derbent, Schemacha[2]). — Die Wahrheit der Worte im Auge behaltend: «*pour*

2) Die Beobachtungen, deren Berechnung die erforderliche Zeit bis jetzt noch nicht gewidmet werden konnte, beziehen sich auf folgende Orte: 1) Wladikavkas. — Vollständige meteorologische Beobachtungen durch Hrn. Provisor Carl Rassow seit dem Mai 1847 bis Oc-

découvrir les lois, il faut avant d'examiner les causes des perturbations locales, connaître l'état moyen de l'atmosphère et le type constant de ses variations. und sie anwendend auf das noch ferne Endziel der verfolgten Unternehmung, kann ich die hier mitzutheilenden Elemente noch nicht für genügend halten, um sie in Form einer geschlossenen climatologischen Abhandlung vorzutragen, die Ansprüche darauf machen könnte, den Anforderungen der Wissenschaft zu genügen. Nur einige Bemerkungen, womit ich die tabellarisch aneinandergereiheten, vorhin näher angedeuteten Resultate begleite, mögen mir gestattet sein. Es sind Ansichten und Gedanken im Kreise der Gesammterscheinungen und der combinirenden Beobachtung entstanden, und der Bestätigung wie der berichtigenden Erweiterung im weiteren Fortgange der Untersuchungen bedürftig.

Die Beobachtungen von 1848 hatten das unerwartete und interessante Resultat gegeben, dass der Isothermengürtel von 11 und 12° Reaumur, nachdem er den Isthmus zwischen dem caspischen und dem schwarzen Meere im Süden des Kaukasus quer durchsetzt, von dem Ufer des Caspi-See an eine plötzliche Einbiegung gegen Süden und zwar dergestalt erleidet, dass die mittlere Jahrestemperatur von Redut

---

tober 1849 ohne Unterbrechung mit seltener Ausdauer 6 mal täglich angestellt. — 2) Thermometer-, Wind- und Witterungsbeobachtungen, auf Veranlassung des Hrn. Major Tergukassov in Passanaur, nahe der Passhöhe des kaukasischen Hauptkammes am neuen Wege über den Qwina-Mta nach Kasbegk, seit Anfang 1848 drei mal täglich und zwar gleichzeitig oben unter dem Passe und unten im Thale von Gudomacari auf der Poststation angestellt. Das hundertheilige Thermometer der unteren Station stimmte gut mit dem Normalthermometer. — 3) Psychrometer, Wind, Witterung und Niederschläge seit Winter 1847 regelmässig 3 mal täglich mit guten Instrumenten aus eigenem Interesse für den Gegenstand beobachtet von Hrn. Doctor Land auf der Alexandrowskischen Staniza zwischen Georgievsk und Stavropol. — 4) Beobachtungen seit dem Herbst 1849; 3 mal täglich in Pätigorsk durch Hrn. Collegienrath Dr. Karger und gleichzeitig in Kislavodsk durch den Hrn Stabsarzt Bogoslavsky mit verglichenen Instrumenten.

mit 11,26° R., in Lenkoran und die von Kutais mit 11,63 in Baku wiedergefunden wird. Das Auffallende dieser Thatsache erschien noch dadurch vermehrt, dass die mittlere Jahrestemperatur am westlichen Eingange zu dem breiten Verbindungsthal zwischen dem euxinischen Seebecken und der aralocaspischen Depression 11,40° R., mithin genau dieselbe gefunden wurde, wie am östlichen um einige Grade südlicher gelegenen Ausgange jenes Thals zwischen Baku und Lenkoran, wo die südlichste unter dem Parallel von Palermo gelegene Station Lenkoran in naher Uebereinstimmung mit Redut eine mittlere Jahreswärme von nur 11,26° R. zeigte. Die Beobachtungen von 1849 bestätigen nun dieses Resultat nicht allein vollkommen, sondern sie zeigen auch, dass das absolute Wärmequantum der Periode des vergangenen Jahres für die pontische Region nahe gleich geblieben, für die caspische aber dasjenige des Jahres 1848 um ein Geringes übertroffen hat. — Die Grösse dieses Ueberschusses zeigt sich an folgenden drei Beobachtungspunkten auf eine überraschende Weise nahe constant. Für Tiflis ist diese Grösse 0,22; für Baku 0,22; für Lenkoran 0,32. — Dieser Regelmässigkeit in der absoluten Temperaturvertheilung steht nun eine nicht minder bedeutsame Divergenz in der relativen Vertheilung des absoluten jährigen Wärmequantums in den verschiedenen Jahreszeiten an jenen Orten zur Seite, die mit der Aenderung der Windrichtung und der Vertheilung der Niederschläge auf das Engste für 1849 verbunden erscheint. Die bedeutende klimatische Differenz, welche sich für die beiden Jahre 1848 und 1849 in Transkaukasien an diese Verhältnisse knüpft, prägt sich für 1849 in einem sehr regenreichen Sommer auf der Westhälfte und in einem trockenen auf der Osthälfte des transkaukasischen Isthmus aus. — Ohne eine noch nicht Statt gefundene vollständige Bearbeitung der barometrischen Beobachtungsmateriale möchte das Zurückführen dieser und verwandter Erscheinungen auf ihre eigentlichen Gründe wohl leicht in den Fall führen, hier, wie so leicht bei complicirten meteorologischen Fragen, die Ursache mit der Wirkung zu verwechseln. — Die nahe Uebereinstimmung in den Differenzen zwischen den absoluten Temperaturen der Jahre 1848

und 1849 an den genannten Stationsorten deutet auf eine Gesetzmässigkeit und lässt erwarten, dass fortgesetzte Beobachtungen dieselbe noch deutlicher erkennen lassen und gestatten werden, die Grösse dieser Schwankungen der absoluten jährlichen Temperatur in Grusien bald auf einen bestimmten Werth zurückzuführen. In dieser Beziehung verdient es Bemerkung, dass die Differenzen zwischen den Jahrestemperaturen von 1847 und 1849 in Derbent (0,22° R., Tab. 10) und in Tiflis gleichfalls nahe mit einander übereinstimmen. Die Bedeutung der eigenthümlichen geographischen Stellung von Kurthalinien, durch Tiflis repräsentirt [3]), erhält auch in climatologischer Beziehung eine interessante Bestätigung. — Bringt man die absolute Erhebung des Tifliser Observatoriums von 1300 paris. Fuss in Anrechnung und reducirt die mittlere Jahrestemperatur nach den Annahmen, welche für entsprechende Breitengrade für die Westhälfte der alten Welt gelten, auf das Meeresniveau, so wird Tiflis in den oben näher bezeichneten Isothermengürtel zwischen 11 und 12° mit aufgenommen. — Ist es gestattet, dem Kaukasus den Werth einer geographischen Gränze zwischen Asien und Europa beizulegen, so wird man mit noch grösserem Rechte die klimatologische Gränze zwischen beiden Welttheilen über das flache, granitreiche Waldgebirge führen dürfen, welches in der classischen Zeit das Moskische oder Meskische genannt wurde (s. den Nachtrag). — Es erstreckt sich dieses niedrige Gebirge innerhalb einer Richtung, welche mit der Streichungslinie der Produktenkalke im Umkreise des Ararat parallel läuft von SW. nach NO. und sondert die Tiefländer des Isthmus im Süden des Kaukasus in zwei ungleiche Hälften [4]). Die westliche Hälfte,

3) Die deutlichst mittretheilenden Resultate der seit Anfang 1849 in Gori durch Hrn. Apotheker Kreslovsky ausgeführten vollständigen meteorologischen Beobachtungen bieten hier eine wichtige Ergänzung dar.

4) Die absolute Erhebung des hier angedeuteten climatischen Scheidegebirges können folgende Höhenangaben erläutern. — Pass von Souram 2860, höchste Gipfel des ganzen Gebirges: Perange 4670 und Lechoni 5880.

das Colchierland, steht unter dem überwiegenden Einflusse des maritimen südeuropäischen Clima's, die östliche Hälfte mit den Plateaustufen des weiten Kurathales dagegen unter dem des continentalen asiatischen Clima's [5]). Karthalinien erhält somit eine mittlere Stellung und darf unter den Ländern von Transkaukasien wohl als dasjenige genannt werden, wo die so eben bezeichneten entgegengesetzten Einflüsse sich am Meisten einer gegenseitigen Neutralisirung nähern, die aber, zumal für das jenseits der Höhe von Souram, schon bedeutend nach Ost vorgerückte Tiflis durch das Uebergewicht des continentalen Elements beherrscht und geregelt wird. — Vermogten die Einflüsse des vorjährigen nassen und wohl deshalb etwas kühleren Sommers der pontischen Seite sich auch für Tiflis und wie es scheint auch auf dem südwestlich gelegenen altarmenischen Hochlande (siehe Alexandropol Tab. 8) geltend zu machen, so tritt doch der Continentalcharacter des Clima im Jahre 1849 eben so deutlich wie 1848 in Tiflis hervor, denn die Differenz zwischen Winter- und Sommertemperatur war in beiden Jahren in Tiflis höher als an einem der westlichen und östlichen Küstenorte.

Differenz zwischen Winter- und Sommertemperatur im Jahre 1848:

Tiflis	Redutkalé	Kutais	Lenkoran	Baku	Schuscha
19,51.	15,00.	15,72.	18,77.	18,39.	—

Differenz zwischen Winter- und Sommertemperatur im Jahre 1849:

Tiflis	Redutkalé	Kutais	Lenkoran	Baku	Schuscha
15,91.	12,30.	13,29.	15,22.	15,94.	13,63.

---

5) Auf der Ostseite dieses Scheidegebirges führt eine Reihe zusammenhängender Plateaustufen in äusserst flacher Abdachung zur aralo-caspischen Depression hinab. Pass von Souram 2860, Daagina 2820, Zchinwall am Austritt der Liachwa auf die Hochebene 2617, Station Souram und Eintritt des Kur aus der Schlucht von Bardjom auf die Kura-Thalebene 2037, Station Gorgoreb 1912, Gori 1738, Tiflis Kuraniveau an der Brücke 1075 par. Fuss absol. Erheb. — Entfernung vom Pass von Souram bis Tiflis 114 Werst. — Fall im Mit-

Es nähern sich demnach Tiflis und Baku von Seiten dieser Differenz entschieden den in viel höherem Grade continentalen climatischen Verhältnissen des armenischen Hochlandes.

Differenz zwischen Winter- und Sommertemperatur 1849.

Tiflis	Baku	Araxlich	Alexandropol
15,91.	15,97.	20,25.	20,37.

Mit unverkennbarer Deutlichkeit zeigt sich überall der wichtige Einfluss, welcher von der nordwestlichen Grundrichtung des Kaukasus und seiner südlichen Parallelen im unteren Kaukasus, so wie von den latitudinalen fast genau von W. — O. gerichteten Zügen der trialetischen, der somketischen und der achalzik-imeretinischen Ketten auf gesteigerte Intensität, Vertheilung und Ausgleichung jener entgegengesetzten Einflüsse zweier Welttheile und somit auf die Individualisirung der partiellen Climate in Transkaukasien ausgeübt wird. — Im umgekehrten Verhältniss, wie in Nordost der grossen ossetinischen Kesselthäler, vom Bergknoten des Çonguti-Choch an, der Urgebirgstheil des Kaukasus in der gewaltigen gletscherreichen Gränzmauer zwischen dem mysteriösen freien Suanien und den Hochthälern von Baksan, Chulam, Tschegem, Balkarien Digori und Takaurien seine imposantesten Höhen entwickelt, jenseits welcher das mächtige System des Elburuz mit seinen ausgedehnten Schneefeldern aufsteigt, — nehmen im Südost von Kasbegk die abwechselnden Diorit- und Schieferhöhen der kaukasischen Kämme allmählich an absoluter Erhebung ab. — In dem Schutze jener hohen suanetischen Gebirgsmauern wird das colchische Tiefland den Uebergriffen der östlichen Einflüsse zwar nicht völlig, aber in winterlicher Jahreszeit doch so weit entzogen, dass hochstämmige Citronen- und Apfelsinenbäume, sechs Stunden von Poti westlich entfernt, durch unbedeutende bewaldete Hügel vor den nördlichen Winden, die man dort die suanischen nennt, gesichert, alljährlich reichliche Früchte tragen

tel 15,6 Fuss auf eine Werst. — Entfernung von Tiflis bis zum caspischen See = 400 Werst. Fall auf dieser Strecke im Mittel 9,6 par. Fuss auf eine Werst.

und die weit ausgedehnten Waldgehäsche von Laurus nobilis ohnweit Kutais niemals der winterlichen Kälte erliegen [6]). Die südöstliche Hälfte des kaukasischen Zuges vermag dagegen dem Herandrängen des continentalen centralasiatischen Elements nur einen bei Weitem weniger wirksamen Damm entgegenzustellen, dessen abhaltender Einfluss im Osten des Meridians vom Schach-dag immer rascher abnimmt [7]). — Die weite Wirkungssphäre des caspischen Meer-Climas modificirt die so herandringenden continentalen Extreme indess auf eine wohlthätige Weise und bringt im Zusammenwirken mit lokalen Bedingungen für eine potencirte continentale Sommerwärme auffallende climatische Erscheinungen innerhalb der ausgedehnten Steppenregion der Kura-Thalmündung hervor.

Während mittlere Jahres- und Sommertemperatur, absolute und relative Feuchtigkeit der Atmosphäre dort gleichzeitig die grösseste Höhe in Transkaukasien erreichen, zeigt sich die Quantität der Niederschläge durchgängig für alle Monate der warmen Jahreszeit an keinem andern Orte geringer als in Baku [8]). Durch diese Verhältnisse wird nun die caspische Re-

6) Die von mir im Winter 1846 besuchte Region dieser Culturen beginnt zwei Stunden jenseits des türkischen Gränzortes Tschuruchssu, auf dem Wege nach Batoum. — Thal von Mitschingaur und Alambara.

7) Absolute Erhebung des Schachdag 13091 par. Fuss (*Dolomit*, mit *ostrea carinata, nerinea nobilis* und *terebratula nuciformis*). Passhöhe über den Kaukasuskamm zwischen Schachdag und Kutkaschin 10,464 (Schieferformation). — Baba-dag, 39 Werst von Schachdag, südöstlicher Höhenpunkt des Kaukasuskammes, 11,153. Dybrar, 42 Werst weiter = 6773. Gady, 31 Werst weiter = 3742. Ylchydag, 32 Werst weiter, 903 par. Fuss.

8) Den direkten Beobachtungen zu Folge erscheint die Grösse der absoluten und der relativen Feuchtigkeit der Atmosphäre, wodurch Baku alle übrigen Küstenorte Transkaukasiens übertrifft, an welchen beobachtet wird, grösstentheils als die vereinigte Wirkung der beinahe insularen Lage des Orts und der von der benachbarten Kursthal-Niederung ausgehenden stärkeren Lufterwärmung, welche die Dunstcapacität der Atmosphäre im weiten Umkreise bedeutend steigert. Fasst man dagegen den Einfluss in das Auge, welcher innerhalb der westlichen Küstenzone des Caspi-Sees von der Nähe höherer Gebirge und be-

gion in einen ausserordentlichen physikalischen Contrast mit dem pontischen Küstengebiet geführt und sie sind es, die derselben wohl zu allen Zeiten eine ganz andere ethnographische und Culturalentwickelung zuschreiben mussten, als dem Colchierlande. — So werden Redutkalé und Kutais von keinem anderen Orte in Transkaukasien an Fülle und Intensität der Niederschläge übertroffen, Orte, deren mittlere Temperatur und Luftfeuchtigkeit sich zwei Jahre hintereinander sehr derjenigen von Baku genähert haben. — Setzt man die Quantität der Niederschläge im Jahre 1849 für Baku = 1, so war dieselbe in Alexandropol 2,23, in Derbent 2,50, in Lenkoran 5,11, in Kutais = 6,85 und in Redutkalé 7,36. Dass die so eben angedeuteten eigenthümlichen physikalischen Zustände von Baku für den menschlichen Organismus keinerlei hervortretende Nachtheile bedingen, demselben vielmehr zuträglich erscheinen, dafür spricht der vorzugsweise gute Ruf, den Baku bei Einheimischen und Fremden unter den in sanitätlicher Beziehung mehrfach angefochtenen Städten Transkaukasiens geniesst. Die noch nicht vorgenommene Entwicklung der barometrischen Windrose für Baku, Lenkoran und Derbent wird in den eigenthümlichen Windverhältnissen von Baku wahrscheinlich die Existenz eines interessanten Drehungsgesetzes nachweisen, welches mit örtlichen Modificationen seine Anwendung für das ganze Becken des Caspi-See finden dürfte. Alle bisherigen Wahrnehmungen an den genannten Küstenorten treten in einen harmonischen Zusammenhang, wenn man sie unter den Gesichtspunkt der Existenz einer nördlichen (NNO.) und einer südlichen (SSO.) Luftströmung stellt, deren constante Wechselwirkung innerhalb der Längenachse des caspischen Meeres eine unläugbare Thatsache ist. — Welcher Ansicht über den

---

waldeter Hügel auf die Gränzen der Niederschlagszonen ausgeht, ein Wechselverhältniss, welches ganz besonders längs der nordwestlichen Ausläufer der Talyschen Züge am folgereichsten hervortritt, so darf die Geringfügigkeit der Niederschläge in Baku im Wesentlichen als eine Folge der weiten Entfernung des Gebirges, so wie der Abwesenheit jeder namhaften Bewaldung innerhalb der ganzen angedeuteten Region der Kurasteppen betrachtet werden.

veranlassenden Grund zu der Bewegung der Luftmassen in dem angegebenen entgegengesetzten Sinne innerhalb jener Richtung man auch sein will; sehe man abgelenkte Polar- und Aequatorialströme in denselben, oder suche und finde man ihre, der Deklination der Sonne folgende ambulante Wiege in der physikalischen Beschaffenheit und der Configuration der, die aralo-caspische Depression umringenden Ländermassen überhaupt; das vorherrschende Bestreben der beiden Strömungen, sich gegenseitig zu verdrängen, wird ein bestimmtes Drehungsgesetz zur Folge haben müssen. Baku, insolartig, aber genau innerhalb der verlängerten Achse des kaukasischen Gebirges gelegen, erhält die nördliche Strömung, die in Derbent z. B. als solche die vorherrschende ist (Tab. 10), durch das Gebirge und steil abfallende nordwestlich gelegene Küsten in eine nordwestliche abgelenkt, mehr oder minder gegen den Meridian geneigt. — Das Barometer hält sich in Baku beim anhaltenden Nordwest hoch, das Thermometer niedrig. Der Zug der Wolken in der Höhe verkündet die südliche Strömung, die gleichzeitig in Lenkoran die Richtung der Fahne bestimmt. Schwaches Fallen des Barometers und Steigen des Thermometers deuten auf herannahendes Herabsinken des oberen Luftstroms. — Eine absolute Stagnation der Atmosphäre tritt ein; das fluthartig in den Bakuschen Golf gepresste Meeresniveau sinkt bei anhaltender Stille merklich und bald beginnt der Südost mit steigender Lebhaftigkeit zu wehen. — So der in der Mehrzahl der Fälle gewöhnliche Verlauf des Kampfes zwischen den beiden Hauptwinden in Baku. — Die Zwischenwinde sind selten von einiger Dauer und erreichen überhaupt in der wärmeren Jahreszeit ihr Minimum. Das relative Verhalten sämmtlicher Winde, so sehr es auch durch complicirte Verhältnisse in den verschiedenen Jahreszeiten maskirt erscheint, lässt eine Drehung des Windes im Sinne der Windrose durch S., W., N., O. nach S. vermuthen. Während in der täglichen Periode für Redutkalé der in Baku durch die so eben angedeuteten heftigen Strömungen aus NNW. und SSO. verdeckte Wechsel zwischen Land- und Seewind mit Schärfe hervortritt, erscheint in der jährlichen Periode in Redut nicht minder deutlich der Gegensatz zwi-

schen einem südwestlichen Strom im Sommer und einem nordöstlichen im Winter. Wie der Sommer Musson in Redutkalé die aus der wald- und sumpfreichen Natur der Umgebung resultirenden ungesunden Einflüsse bis zum Maximum steigert, so stellt sich der Winter Musson daselbst mit seiner trockenen continentalen Luft dem ersteren als eine Wohlthat für die Bewohner gegenüber (s. Tab. 2).

Befriedigender als die bis jetzt noch mehr oder minder problematischen Windverhältnisse der transkaukasischen Tiefländer dürfen die positiveren Resultate der Beobachtungen erscheinen, welche zu einer richtigeren Würdigung der sonderbaren climatologischen Verhältnisse der armenischen Plateaulandschaften bereits zahlreiche, mit Sicherheit zu verbürgende numerische Werthe an die Hand geben.

Der Zufall hatte es gewollt, dass ich den ersten Eindruck der physikalischen Zustände der altarmenischen Provinz Ararat unter dem Einfluss eines Jahres empfing, in dem der continentale Charakter des Climas sich auf eine lange nicht dagewesene, überaus excessive Weise ausdrückte. Die Lösung hypsometrischer Fragen und solcher bezweckend, welche die Temperatur und hygrometrischen Zustände der Atmosphäre über der Araxes-Ebene wie in der näheren und ferneren Umgebung des Ararat, des Alagez, des Goktschai etc. betreffen, hatte ich dafür gesorgt, dass alle meine Beobachtungen unterweges sich auf die sichere Correspondenz einer in Erivan eingerichteten Station für die Jahre 1844 und 1845 beziehen konnten. — Diese Einrichtung machte es mir auch möglich, auf Grundlagen eines einjährigen mittleren Barometerstandes in Erivan und des isochronischen in Tiflis die mittlere Erhebung der Araxes-Ebene auf ihren richtigen Werth von 2400 par. Fuss (Niveau des Araxes im Meridian des Ararat) zurückzuführen. Die Resultate, welche ich nun am Schlusse der einjährigen Beobachtungsreihe vom 1. Juni 1844 bis 1. Juni 1845 für die mittleren Temperaturverhältnisse in Erivan erhielt, erschienen mir dergestalt extrem, dass ich an ihrer Richtigkeit zweifelte, obschon die Ableitung aus den *maximis* und *minimis* eines tadelfreien Thermometrographen zu ähnlichen Werthen führte, wie diejenigen, welche

aus den Thermometerbeobachtungen nach geeigneten Stundengruppen berechnet wurden. Die Tabelle 11 enthält die Darstellung dieser und einiger vergleichenden späteren Resultate. Nach den auf neuen Styl wiederholt und sorgsam berechneten Daten für die Monate Juni 1844 bis Juni 1845 ergiebt sich für Erivan eine mittlere Jahrestemperatur von 8,77° R. — aber für die isochronischen Monate war die mittlere Jahrestemperatur in Tiflis 10,05° R. gefunden worden! Der Temperaturunterschied von 1,28° R. zwischen Orten, welche sich wie Erivan und Tiflis in einer Höhendifferenz von 1600 pariser Fuss zu einander befinden, schien mir zu gering und da durch lokale Umstände unvermeidlich gewesene Placirung der Instrumente, zwar im vollkommenen Schatten, aber doch in der Fensteröffnung eines nach Mittag gerichteten Zimmers als Einwurf bestand, hielt ich die Beobachtungsreihe $18\frac{4}{5}$ in Erivan mit dem Fehler einer zu hohen Sommertemperatur für behaftet und legte sie für spätere Vergleiche zurück. — Die vollständigen Beobachtungslisten des Jahres 1849 aus Aralich und Alexandropol, so wie jene, leider unvollständig gebliebene Reihe für dasselbe Jahr aus Erivan (Tabelle 11), gestalten indess die Ansichten über die Brauchbarkeit jener Beobachtungen von $18\frac{4}{5}$ entschieden günstiger. — Der merkwürdige klimatische Charakter der Plateaulandschaften, die dem Ararat im Norden und Nordosten vorliegen, tritt jetzt zum ersten Male aus dem Gebiete der unsicheren Schätzung in das der sicheren vergleichenden numerischen Werthe, und stellt sich unzweifelhaft heraus. War es überraschend, nahe dem Paralel von Smyrna und Palermo an den Ufern des caspischen Sees im Jahre 1848, die Isothere von Barcelona und die Isochymene von Mastricht und Trier mit *minimis* von — 9° R. und darüber anzutreffen (s. Tab. 12):

	Lenkoran	Palermo	Barcelona	Mastricht	Trier
	38° 44′	38° 7′	41° 22′	50° 51′	49° 46′
Winter	1,18	9,1	8,0	1,5	1,5
Frühling	10,50	12,0	12,4	8,0	8,0
Sommer	19,95	18,8	19,6	14,4	14,2
Herbst	13,41	15,2	14,2	8,9	8,1
	11,26	13,8	13,5	8,1	8,0

so wird man mit kaum geringerem Befremden in der Temperaturvertheilung des Jahres 1849, für Alexandropol, St. Lawrence in Nord-Amerika reflectirt sehen.

	Alexandropol 40° 47′	St. Lawrence 44° 40′. (77° 20′ westl. L.)
Winter	— 5,27	— 5,4
Frühling	4,82	4,7
Sommer	15,10	14,9
Herbst	6,76	5,4
	5,33	5,0

Aber noch bedeutsamer und folgereicher scheint es mir (im Jahre 1849) am Fusse des Ararat in 2,400 Fuss absoluter Erhebung die Isotheren von Messina, Baku und St. Croix auf Teneriffa zu erkennen:

	Aralich	Messina	Baku	St. Croix
Sommertemperatur	20,01	18,7	20,18	19,9

und ebendaselbst 1575 Fuss höher im Niveau von Erivan, im Jahre 1844 die Isochymene des Nord-Cap anzutreffen, wo die uralten Weingärten des unglücklichen Arguri [9]) nicht den Wirkungen eines extremen Winters, sondern den indirecten Folgen des furchtbaren Naturereignisses von 1840 erlagen. Die Momente der grössesten beobachteten Wärme sind in Transkaukasien 1849 mit übereinstimmenden Werthen an den Nordfuss des Ararat und auf das 2826 par. Fuss über dem Meere gelegene Nachitschevan gefallen und es darf angenommen werden, dass dieses Verhältniss alljährlich dasselbe ist. Nach Tabelle 13 war das Maximum der Wärme am

9) Arguri hat 5146 und die Gegend der Weingärten 4013 par. Fuss absolute Höhe. — Es befinden sich diese Gärten auf der unteren Hälfte des Abhangs der grossen Trümmer und Schutthalde, welche, vom Ausgange des Argurithals beginnend, als flaches und breites Delta sich zur Araxes-Ebene verflächt. — Die Schlammergüsse, Gletschereis und Trümmertransporte, welche nach Verlauf von 3 mal 24 Stunden als nothwendige Folgephänomene dem Bergsturz folgten, der Arguri im Jahre 1840 vernichtete, erreichten auch den grössten Theil dieser Gärten und zerstörten die Canäle, welche dieselben bewässerten.

8. August um 2 Uhr in Aralich 29,8 und in Nachitschevan 31° R.

Die nirgends unter 10° R., wohl aber über 11° gefundenen Temperaturen der vielen Quellen constanter Temperatur und starker Wasserfülle auf der Araxes-Ebene von Igdir bis Nachitschevan, die Intensität und Rapidität der vegetativen Entwickelung im ersten Frühlingsmonate ebendaselbst; die an diese rasche Entwickelung geknüpfte und durch künstliche Irrigation gesteigerte Möglichkeit zweimaliger Ackerbenutzung in einem Jahre auf den grossen Kulturdeltas des Araxes und seiner Zuflüsse, das geringe Mass der absoluten Feuchtigkeit der Atmosphäre (e″) und die Geringfügigkeit der Niederschläge (Tab. 9) unmittelbar über der Ebene; alle diese in der Oekonomie der armenischen Naturverhältnisse gewichtigen Momente werden nunmehr als eine haupsächliche Folge der intensiven Insolation völlig verständlich, welche jene Hochebene erhält, deren starkes Absorptions- und Emissionvermögen im Hinblick auf die geognostische Beschaffenheit des Bodens erst ganz zu würdigen ist. — Auf der anderen Seite ist die ausserordentliche Winterkälte auf der nur um 2000 Fuss das mittlere Niveau des Araxes-Ebene übertreffenden Plateaustufe von Alexandropol ein nicht minder excessives Phaenomen (Tab. 7 und 8), dessen alljährliche, dem Anschein und mehrjährigen Erfahrungen zu Folge, durchaus konstante Wiederkehr auf Ursachen zurückzuführen ist, die unabhängig von den etwanigen Migrationen sogenannter Kältepole, in unmittelbarer Nähe wirken. Ich kann diese Ursachen nur vermuthen in der eigenthümlichen geo- und topographischen Lage von Alexandropol in dem Mittelpunkte einer Hochebene von 4500 Fuss absoluter Erhebung, welche von hohen und flachen vulkanischen Systemen umringt ist, in denen der Theil des altarmenischen Hochlandes seine bedeutendesten Dimensionen gewinnt, auf dem die Quellengebiete des Kur, des Akurean oder Arpatschai liegen. Die gegen NW. von Alexandropol sanft ansteigende Hochfläche von Schuragel endet auf den Höhen des Ringwalls, welcher das 116 Quadratwerst einnehmende Wasserbecken des Tschyldir einschliesst, dessen absolutes Niveau dasjenige des Goktschai übertrifft; in SO. schwillt auf einer

Basis von 170 Werst Umfang die flache Wölbung des Alagez an; in SW. entwickelt die noch flächere Wölbung des Alidja-systems mit einer Basis von 200 Werst im Umfang ihre in oberer und mittler Höhe systematisch vertheilten Kegelgruppen, eine Wölbung, an deren Peripherie die altarmenischen Königsitze Kars in 5200 und Ani in 4380 p. F. absol. Erhebung liegen; in NO. endlich beginnt die majestätische Reihe von langgedehnten domartigen Berggestalten des Aglagan 9400, Agrikar 9226 und Tschüschtappa, die ohnweit der Abulkegel 9822 p. F. ein weites Gebiet von Kraterseen begreifend, an den von O. — W. streichenden Zügen der trialethischen Ketten absetzt. Es sind vulkanische Gebilde von kolossalen Dimensionen, von welchen gewaltige Doleritströme auch in die Tiefe des Bardjomthales gelangten. — So messen nun, meiner Ansicht nach, die mit preiswürdiger Genauigkeit seit December 1848 ausgeführten meteorologischen Beobachtungen von Alexandropol[10]) ganz vorzüglich den, in Bezug auf seine Anfangs- und Endperiode alljährlich oscillirenden Einfluss der absoluten Schneebedeckung jenes ausserordentlichen Hochgebiets auf das Clima von Alexandropol. — Die Station von Schuscha, in reich bewaldeter Umgebung auf stark gegen NO. geneigtem, isolirt in die Atmosphäre aufragendem Kalkplateau 3600 Fuss üb.

10) Die Beobachtungen in Alexandropol werden unter umsichtiger Leitung und Aufsicht des Herrn Oberstlieutenant Gernet vom Genie-Corps durch einen von mir unterwiesenen Conducteur um hora 7, 12, 4, 9 Uhr angestellt. Die Beobachtungen in Aralich und Erivan werden in gleicher Weise unter Aufsicht des Hrn. Oberst Chreschatinsky und Tourtschaninov ausgeführt. Eine ähnliche Einrichtung verleiht auch den Beobachtungen an den übrigen Stationsorten den nothwendigen Grad von Präcision, den die Munificenz Sr. Erl. des Fürsten Statthalters von Grusien seit Anfang des Jahres 1848 noch mehr gesichert hat. Es erhalten die subalternen Beobachter sämmtlicher Stationen, die in Baku, Lenkoran, Kutais, Redut und Nachitschevan dem Dienstpersonal der Pharmacie bei den Militairhospitälern angehören und von den resp. Herren Oberärzten controllirt werden, ein dem Beobachtungsgeschäft entsprechendes festes Gehalt, und haben die Gewissheit, durch aufmerksame Ausführung der täglich wenigstens vierzeitigen Beobachtungen sich Belohnung und anderweitige Berücksichtigung zu verdienen.

d. M. gelegen, bestimmt dagegen im schroffen Gegensatze zu Alexandropol den Effekt einer Wärmequelle, die von der Oberfläche des Caspi-Sees ausgeht. Ich bezeichne hiedurch die mit Dünsten gesättigte in höhere Regionen geführte Luft, welche durch den in Schuscha als vorherrschend erkannten SO. (Tab. 7) herbeigeführt, unter fortwährender Entbindung latenter Wärme ihre Feuchtigkeit fruchtbringend an den bewaldeten Höhen von Karabagh absetzt [11]).

Die bis jetzt vorhandenen Stationsbeobachtungen haben den Grad der Vollständigkeit noch nicht erreicht, um die Gesetze für die Abnahme der Wärme und der Feuchtigkeit mit der Höhe für die hiesigen Gegenden mit Sicherheit ableiten

---

11) Die Stärke des condensirenden Einflusses, den die karabagischen Gebirge auf die dunstreiche Atmosphäre des caspischen Meeres ausüben, scheint in einem directen Verhältniss zu dem Umfange und der Grösse der absoluten Erhebung der letztern zu stehen. Das vulkanische Centralplateau von Karabag, auf welches ich bereits im J. 1845 aufmerksam gemacht habe (Bulletin phys.-mathém. T. VI. No. 15), erhebt sich in einzelnen flachen vulkanischen Kegeln bis zu Höhen von 10,431, Karanlydag, und Göseldara 11,060 par. Fuss. Aber auch die beiden Hauptzweige des südlichen karabagischen Gebirges, welche das erwähnte Plateau wallartig von 2 Seiten umschliessen, erreichen nach den trigonometrischen Messungen des Kaiserl. Generalstabes vom Jahre 1848 und 1849 in einzelnen Gipfeln nicht allein dieselben, sondern noch bedeutendere Höhen. So in dem nordöstlichen Zweige; die Trachytporphyr- und Quarzporphyrhöhen des Dalydag und Tüchtükan 11,160 und der Quarzporphyrkamm des 16 Werst nordwestlich von Schuscha gelegenen Kirch-Kiss 8770 par. Fuss; in dem südwestlichen Zweige; der 50 Werst westlich von Nachitchevan emporsteigende Granitkamm des 12,050 par. Fuss hohen Kaputschigdag. — Uebereinstimmend mit diesen Höhenverhältnissen erheben sich auch in dem nördlichen von W. — O. gerichteten karabagischen Gebirgszuge die höchsten Gipfel des Kondurdag 10,297 und der des Murovdag, 46 Werst südwestlich von Elisabetpol zu 11,539 par Fuss absoluter Höhe. — Das meteorologische Beobachtungsjournal auf meinen Wanderungen in jenen Gegenden giebt vielfache Belege, wie sehr eine derartige Massenentwickelung der in Osten des Ararat gelegenen Gebirge auf gesteigerte Trockenheit der Atmosphäre über der heissen Araxes-Ebene zurückwirkt und überhaupt starke klimatische Differenzen zu erzeugen und auf engem Raume neben einander zu legen vermag.

zu können. Das einzige positive Resultat in dieser Beziehung schon jetzt anzustellender Berechnungen würde nur das scharfe Hervortreten des störenden Einflusses der partiellen Klimate sein, die noch näher zu erforschen sind. Die Uebersicht, welche die Tab 17 von der relativen Vertheilung der Temperatur und der Feuchtigkeit für den Sommer 1849 für 11 Punkte in Grusien giebt, wird indess einer annähernder Vorstellung von der absoluten Vertheilung, welche für diese Elemente im hiesigen Lande mit der Abnahme der Höhe Statt findet, günstig sein. Indem die Tabelle zeigt, wie die baumlosen, rings von abgerundeten Bergen umschlossenen Hochebenen die Sommerwärme erhöhen und die Feuchtigkeit vermindern, lässt sie erkennen, wie die in diesen Beziehungen zuerst von A. v. Humboldt für die Andes und Cordilleren entwickelten Gesetze auch in Transkaukasien eine Anwendung finden. Ein besonders wichtiges Interesse scheint mir indess an die Feuchtigkeits verhältnisse der Atmosphäre überhaupt in diesem Lande geknüpft, wo das continentale und maritime Element in fortwährendem Kampf mit einander begriffen sind und die Individualität eines jeden partiellen Climas in der That durch das Ueberwiegen des einen oder des andern Elements wesentlich mit bestimmt wird. Die grosse Trockenheit der Atmosphäre über der Araxes-Ebene war vielleicht bisher eine mehr beachtete Thatsache als das Gegentheil dieses Verhältnisses in der dürren und brennenden Region der Kurathalniederungen bis zum caspischen Meere. Indess fehlte es in dieser Beziehung auch an dem ersten Orte noch an dem Beweise durch Beobachtung. Die Tab, 16 giebt nun eine Uebersicht der relativen und der absoluten Minima der Feuchtigkeit der Luft, welche ich auf meinen verschiedenen Wanderungen innerhalb des Ararat- und Araxesgebiet zu messen Gelegenheit gehabt habe; und es scheint mir nicht unwichtig, dass die grössesten von mir im Jahre 1844 bei Maku und später 1844 und 1849 in Erivan beobachteten Minima der Feuchtigkeit, wo $e'' = 1{,}72$ und $\frac{e''}{e} = 0{,}17$, — mit derjenigen sehr nahe übereinstimmen, welche von Alexander von Humboldt am 5. August 1829 in der platovskischen Steppe beobachtet worden ist (*Asie central T. III. p.* 87). Diese Beobachtungen, welche einen charakteristisch-physika-

lischen Grundzug der asiatischen Steppe auf das Araratgebiet und die Araxes-Ebene übertragen, scheinen dafür zu sprechen, dass in den erhaltenen Werthen von $\frac{e}{e}''$ = 0,16 und 0,17 wohl der grösste Grad von relativer Trockenheit angezeigt wird, dessen die Atmosphäre in den bewohnten Gegenden der Erde überhaupt fähig sein mag. Gay Lussac in der grössten je von Menschen erreichten Höhe fand $\frac{e}{e}''$ auch nicht geringer als 0,12[12]). — Die grosse Verdunstungsthätigkeit der Luft, welche an solchen atmosphärischen Feuchtigkeitszustand geknüpft ist, in ein Gebirgsland, wie Armenien, verpflanzt, wo so viele örtliche Bedingungen den regelmässigen Gang der Temperatur, welcher für die tägliche Periode in der Steppe gilt, fortwährend auf das schroffste beeinträchtigen, muss hier ei-

---

12) Ich füge hier noch einige Bemerkungen hinzu, welche eine, diese Ansicht noch modificirende Berücksichtigung verlangen.

Herr Chanykof stellte im Jahre 1845 auf einer Reise von Tiflis nach Teheran mit einem dem Tifliser Observatorium zugehörigen Psychrometer von Girgensohn eine Reihe von 135 Psychrometer-Beobachtungen an, die auf eine interessante Weise die zunehmende Trockenheit der Atmosphäre mit der Annäherung an das iranische Hochland darthun.

Herr Chanykof beobachtete unter Andern am 17. Mai in Tawris um 4^h das trockne Thermometer (t) = 22; das feuchte Th. (t') = $10^0$2. Am 20. Juni um 4^h 30′ im Dorfe Sultanie auf dem Wege nach Teheran t = $26^0$6 und t' = $11^0$4; am 25. Juni im Dorfe Kischlak um 4^h 30′ t = $30^0$6 und t' = $14^0$4. Mit Vernachlässigung des unbeobachtet gebliebenen Barometerstandes ergiebt sich hiernach für die erste Beobachtung, die absolute Feuchtigkeit der Luft (e″) = 1,20 und die relative Feuchtigkeit nach Procenten $(\frac{e}{e}'')$ = 0,12, für die zweite Beobachtung aber e″ = 0,75 und $\frac{e}{e}''$ = 0,05, für die dritte Beobachtung e″ = 1,72 und $\frac{e}{e}''$ = 0,09.

Geht man indess von der bekannten absoluten Erhebung von Teheran zu 627 Toisen aus und supplirt für die Beobachtung im Dorfe Sultanie einen wahrscheinlichen Barometerstand von 300 par. Linien oder 677,20 Millim., so ändern sich, nach der Formel E = e′ — 0,000804 (t — t′) b berechnet, für jene Beobachtung die Ausdrücke für absolute und relative Feuchtigkeit ab, in e″ = 1,06 engl. Lin. und $\frac{e}{e}''$ = 0,07. Dasselbe Verfahren ändert die Werthe für die Beobachtung in Tawris ab in $\frac{e}{e}''$ = 0,12 und e″ = 1,42.

nen ganz andern Einfluss auf den menschlichen Organismus ausüben, als in den continentalen Tiefländern, wo Abwesenheit der Gebirge keine solche Unregelmässigkeit in die Erscheinungen bringt. — Nirgends auf dem armenischen Hochlande habe ich das gegenseitige Abhängigkeitsverhältniss zwischen der wärmsten Tageszeit in den Sommermonaten, dem Maximum der Trockenheit der Luft und der Intensität des Windes stärker hervortreten und beachtungswerthere Wirkungen hervorbringen sehen, als in Erivan. Hier bedingt der, mit der Annährung an die Momente der grössten Tageswärme immer lebhafter aufsteigende Luftstrom innerhalb des Meridians des Orts bis zur tiefer liegenden Araxesebene eine heftige Strömung aus NNO., durch welche die kühleren Luftmassen aus den hohen und weiten Thälern des oberen Sangalaufs in Bewegung gesetzt und den flachen und breiten Thalabhang hinab, mit wachsender Geschwindigkeit durch örtliche Verhältnisse bedingt, grade auf Erivan geleitet werden. Der gewöhnliche Verlauf dieser Luftbewegung, welche für das Wohl der Bewohner jenes Orts eben so wichtig als ominös ist, ist bis im Juni und Juli etwa der folgende: Morgens Stille mit schwachem Süd oder Südwest. Von 7 bis 8 schwankt ein leiser Wind zwischen NW. und NO. später beginnt bestimmter NO. schwach, der mit der Annährung an hora 3 lebhafter wird, dann immer zunimmt, sehr heftig bis gegen Sonnenuntergang weht, später gegen 8 und 9 mit N. wechselt und dann aufhört. Von 1000 Winden haben z. B. im Sommer 1849 in Erivan im Juni geweht NO. 468 (Verhältniss von W : O = 1 : 3,2) im Juli NO. 673 (W : O = 1 : 8,8) im August NO. 486 (W : O = 1 : 3,5): Diese starke Ventilation, die allen unbewölkten Tagen angehört, erfrischt nun durch die kühle und reine Bergluft unläugbar die Atmosphäre auf eine äusserst wohlthätige Weise, aber — die Tabelle 15 zeigt, dass grade diejenigen Stunden des Tages, an welchen die Trockenheit der Luft am stärksten, mithin die Verdunstungsthätigkeit am energischten wirkt, eben so innerhalb der Periode der heftigsten nordöstlichen Strömung fallen, wie dasselbe in der Sommerperiode für den ganzen Juli gilt (Tab. 14 und das so eben über den Wind Angegebene). — Ein Jeder, insbesondere aber der fremde

Nordländer, welcher sich in zu leichter Kleidung zumal bei oder nach starker Transpiration unvorsichtig dieser Luftströmung aussetzt, ist in Gefahr, ein hitziges Nerven- oder Gallenfieber herbeizuführen, die, wie nur zu viele Beweise dafür reden, in der Mehrzahl der Fälle äusserst schnell und rettungslos wirken.

Die Erklärung scheint hier einfach. — Der menschliche Körper ist gewissermassen selbst das feuchte Thermometer des Psychrometers; sinkt das letztere bei starker Differenz mit der Lufttemperatur und lebhaftem Winde — oder mit andern Worten, sinkt die Verdunstungskälte unter einen Punkt, der sich nicht weit von 14° R. zu entfernen braucht, wird die so veranlasste intensive und beschleunigte Wärmeentziehung für den Körper durch hinreichende äussere Schutzmittel nicht gehindert, so ist, nach meinen persönlichen Erfahrungen wenigstens, schon Gefahr vorhanden. In diesem Falle wirkt kein, noch niemals auf analytischem Wege bewiesenes Miasma; hier wird Erkältung der bestimmende Grund des Fiebers. Aber diese Zustände wirken nicht allein in Erivan, sie finden sich mehr oder minder verdeckt und intensiv innerhalb einer weiten über das ganze Hochland ausgebreiteten Zone, wo die täglichen Temperatur-Differenzen zwischen dem trocknen und dem feuchten Thermometer noch ähnliche Contraste zeigen, wie in Erivan, die mit dem Aufsteigen zu grösseren Höhen allmählich abnehmen. Der Reisende in diesen Ländern hat diese Contraste überall zu erwarten, es sind die bedenklichsten Feinde seiner Gesundheit und mehr als er ahnet hat er grade da, wo die Hitze des Sommers sich am stärksten äussert, die grösste Vorsicht in der Bekleidung nöthig, die ihn vor ihren Einflüssen völlig sicher stellt. Die Wahrheit dieser Behauptungen hat sich mir auf meinen vieljährigen Reisen in allen Theilen des hiesigen Landes aufgedrungen, ich habe sie überall an mir selbst und an Anderen zu bestätigen Gelegenheit gehabt. — Der angewendeten Vorsicht und den praktischen Regeln für die Bekleidung unterweges, die mich das fortwährend beobachtete Psychrometer kennen lehrte, verdanke ich nach fester Ueberzeugung hauptsächlich meine Erhaltung. Die vorzugsweise Beobachtung des befeuchteten Ther-

mometers scheint mir so wichtig, dass ich sie allen Aerzten und Nichtärzten anempfehlen mögte; — denn, sollten wir nicht diese, den Total-Effekt der Verdunstungskälte in Abrechnung bringende Temperatur für unser körperliches Wohl unter jeder Bedingung mehr in das Auge zu fassen haben, als die zweideutigen Angaben des gewöhnlichen, d. h. des unbefeuchteten Thermometers?

Ich beschränke mich auf diese Bemerkungen, die mir Pflicht schienen und empfehle sie der Prüfung des Physiologen.

Die nun solchergestalt von den maritimen Gebieten des transkaukasischen Isthmus in terassenförmigen Abstufungen bis zu den armenischen Plateauhöhen hinanführenden Beobachtungsstationen scheinen wohl geeignet, die baldige Lösung theoretisch-wichtiger, wissenschaftlicher Fragen, so wie mancherlei Aufklärungen herbeizuführen, die einer wohlthätigen Nutzanwendung für die Interessen der Bewohner dieser schönen Länder fähig sein dürften, welche, als der Wiege des Menschengeschlechts angehörig, wohl mehr als andere der aufmerksamen Durchforschung werth sind.

Einige Bemerkungen über die, bei der Berechnung der folgenden Tabellen gebrauchten Methoden.

Bei der Berechnung der mittleren Temperatur sind entweder die Combinationen $\frac{7^h + 2^h + (2 \times 9^h)}{4}$ oder $\frac{7^h + 12^h + 8^h}{3}$ in Anwendung gebracht worden. Beide Stundengruppen haben sich für Grusien als sehr brauchbar bewährt; insbesondere bedarf die erstere nur bei einigen Monaten im Jahre einer sehr kleinen Correction, die bei der zweiten sich nur unbedeutend vermehrt. Die folgende Zusammenstellung wird den relativen Werth der beiden Combinationen sogleich erkennen lassen. In dieser Zusammenstellung bedeutet *A* die wahre mittlere Monatstemperatur aus 24stündigen Beobachtungen in Tiflis berechnet, *B* das unkorrigirte Mittel aus der Combination

$\frac{7^h + 2^h + (2 \times 9^h)}{4}$ und C dasselbe aus der Combination $\left(\frac{7^h + 12^h + 8^h}{3}\right)$ ebendaselbst.

	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
A	1,37	−0,37	2,83	6,04	10,01	13,92	15,58	19,01	19,15	14,93	11,06	4,23
B	1,32	−0,32	2,65	6,13	10,05	14,03	15,70	19,01	19,24	14,97	11,19	4,34
C	1,36	−0,44	2,79	6,13	10,19	14,13	16,01	19,20	19,23	14,98	10,97	4,22

Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass die Momente, an welchen an Vor- und Nachmittagen die mittlere Temperatur mit derjenigen der ganzen 24stündigen Periode übereinstimmt, in Tiflis um 9^h 32′ Morgens und um 8^h 19′ Abends Statt finden. Der Berechnung der täglichen und monatlichen Mittel für absolute und relative Feuchtigkeit sind überall dieselben Stundengruppen zu Grunde gelegt, nach welchen die Temperaturverhältnisse bestimmt wurden.

Die Pluviometerangaben dürfen auch in Bezug auf die Niederschläge in Form von Schnee als zuverlässig betrachtet werden; die von mir gegebenen Instructionen wurden überall befolgt; auch sind die auf jeder Station befindlichen Maasflaschen für jedes Pluviometer von mir selbst besonders für jeden $^1/_{100}$ Zoll kalibrirt worden.

Bei der Berechnung der relativen Häufigkeit der Winde ist die durch Zahlen zwischen 1 und 4 im Beobachtungsjournale ausgedrückte Stärke des Windes stets mit berücksichtigt worden.

(Siehe die Tabellen)

Zur Charakteristik abnormer Wintertemperaturen in Lenkoran und Erivan.

Im Jahre 1848 n. S. gab der Thermometrograph von Greiner in Lenkoran 14 Tage hintereinander vom 13. bis 29. Jan. eine Reihe von Minimis an, deren Mittel — 4,05 war; mit Extremen von — 9,2; — 8,60; — 8,40; — 7,40; — 6,40. — In dem ganz abnormen Winter von 1844 — 1845 als der Thermometrograph in Erivan vom 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15. Januar resp. — 22; — 24; — 25; — 25; — 25,3; — 25,0; — 22; — 20° Reaumur zeigte, bedeckte

sich der 3 Werst breite Meeresarm zwischen der Insel Shri und der Gumbaschinischen Bucht mit einer so festen Eisschicht, dass eine mehrtägige Verbindung für Fussgänger zwischen der Insel und dem Festlande hergestellt war. Zwei Monat fuhr man in Lenkoran auf Schlitten. Alle Wasservögel flohen nach Astaru, 30 Werst weiter südlich, wo es schon milder war. — Dagegen blieben in Imeretien die waldartigen Gebüsche von Laurus nobilis bei Kutais unversehrt. — In Armenien ging eine grosse Menge feiner Obstbäume zu Grunde. — Achtzigjährige Bäume von Juglans regia, die Zierden der berühmten Fruchtgärten von Kagismann, 4100 par. Fuss über dem Meere, erlagen grösstentheils. — Aber in Erivan, also eben da, wo am 12. Jan. — 25,3 beobachtet worden waren, wurde 4 Monat später von mir im Schatten notirt $t = 29{,}4$. $t' = 15{,}4$. $e'' = 3{,}17$. $\frac{e''}{e} = 0{,}18$. — Eine Temperaturdifferenz binnen 4 Monaten von $54{,}7^0$ R.

Nachträge.

I.

Das Meschische oder Karthli-Imeretinische Gränzgebirge in geologischer und climatologischer Beziehung.

Das karthli-imeretinische Gränzgebirge darf nicht als ein einfacher und noch weniger als ein gradlinig fortschreitender Gebirgszug betrachtet werden, vielmehr ist es ein zusammengesetztes Gebirge, welches im Wesentlichen aus zwei Haupttheilen oder Systemen besteht, die sich auf das Engste unter einander berühren. Das System erscheint hier durch die Gesetzmässigkeit begründet, welche in der räumlichen Anordnung der Haupt- und Nebentheile des Gebirgsganzen überhaupt zur Darstellung einer bestimmten Naturform wahrzunehmen ist, wie sie in dem Baue der kaukasischen Gebirgswelt häufig gefunden wird. Es ist hiemit eine eigenthümlich modificirte Thalbildung bezeichnet, auf welche wesentliche Merkmale eine Anwendung finden, die überhaupt für Erhebungsthäler und Erhebungskratere gelten. Diesen Wortbegriffen gemäss erscheinen längliche, mehr oder weniger elyptische Thäler, wel-

che von drei Seiten durch zusammenhängende Gebirgsrücken abgeschlossen werden, nach Innen gewöhnlich steil abfallen, nach Aussen aber einen minder steilen, allmählich sich verflächenden Abhang zeigen. Dieser Abhang ist in der Regel von Querthälern gefurcht, die sich in der Richtung von Linien erstrecken, die bald rechtwinklig auf die Längenachse des Erhebungsthales fallen, bald in radialer Richtung, von einem oder mehreren Centralpunkten ausgehen, die in häufigen Fällen mit dem Maximum der Massenerhebung übereinstimmen.

Eine in diesem Sinne auf das karthli-imeretinische Gebirge angewendete Analyse führt nun zur naturgemässen Sonderung seiner auf den ersten Blick sehr complicirt erscheinenden orographischen Verhältnisse in ein nördliches und ein südliches System.

1. *Das nördliche System oder das der Peranga*

ist mit seiner ganzen Längenentwicklung gewissermassen der plastische Ausdruck einer von SW. nach NO. ziehenden Erhebungsrichtung, welche den transkaukasischen Isthmus quer durchsetzt und in Kleinasien die Grundzüge der orographischen Gliederung des Euphrat und Araxesquellen und Flussgebiets, so wie dasjenige des Tschorock vorherrschend bedingt [13]). Rein geologischer Auffassung gemäss darf

---

13) Auf diese Weise werden die eisen- und kieselreichen Porphyr- und Serpentinzüge des Doumlu und Gisurdag, als Theile des nördlichen Randgebirges der Hochebene von Erzerum, von einer Richtung SW. 45° NO. (hora 3), beherrscht; so reihen sich die grossen vulkanischen Erhebungskratere des Djerlydag und Kargabasar, auf dem südlichen Randgebirge jener Ebene, in derselben Richtung aneinander und so bilden weiter südwestlich, in gleicher Stunde 3, steil aufgerichtete Kreidekalke mit *Spatangen*, *Ananchiten*, *Ostreen* und *Pekten* die enge Schleuse, durch welche der Karassu bei Kardaritsch die Thalebenen von Erzerum und Elidja verlässt um gegen SW. durch die gyps- und salzreiche Mulde von Aschkala nach der tieferen Thalstufe von Erzingan zu gelangen. — Dasselbe Streichen von SW. nach NO. wird in entgegengesetzter, also nordöstlicher Richtung von Erzerum bestimmend für die Längenachse des Olti-Thales und den Schichtenbau der bunten Mergel

der nördliche Anfangspunkt dieses Systems nicht etwa an dem kaukasischen Kamme oder an der Morecha gesucht werden;

---

der grossen Mulde von Tusla mit ihrer unermesslichen Steinsalzablagerung. Die Granite mit hornblendereichen Abänderungen, die quarzreichen Felsit- und Trachytporphyre von Olti, Norbert und Pernak, die grünen Labrador- und Trümmerporphyre vom Tigmadag, die Syenite und mandelsteinreichen Melaphyre mit Zeolith- und Dolomiteinschlüssen, aus den Thälern von Noriman und Ardanutsch, führen überall mit gleicher Schärfe die Parallelen von SW. 45° NO., durch die Züge des Taurus bis zum Meere. — Mächtigen Gangbildungen vergleichbar, die sich schaarend Felsstöcke und stumpfkantige Felsmauern durch das geschichte Gebirge emordrängen, bestimmen jene fundamentalen krystallinischen Gesteine, die Längenrichtung des hohen vulkanischen Plateaulandes Goella zwischen dem Kur- und Karsflusse, so wie die Grundzüge der Gebirge von Adjarra und Lasistan. Die hydrographische Verbindung zwischen den, solchergestalt der höchsten Plateaustufe des Taurus (Karassu-Ebene von Erzerum) nördlich vorliegenden Gebirgsparallelen vermitteln nun gewöhnlich nur kurze und enge Querschluchten, deren zerrütteter Schichtenbau einer Streichungsrichtung von SO. 45° NW., bora 9, unterliegt und welche quer durchsetzende, häufig in den wildesten Formen emporstarrende Eruptivgesteine spaltenartig geöffnet haben; so die Schluchten von Tortoum, von Norbert, Noriman und Ardanutsch, welche geologisch mit den Araxesdurchbrüchen zwischen Nachitschevan und Djulfi und zwischen Ordubad und Migri, so wie mit der Kura-Enge zwischen Kertwis und Achalzik verwandt sind.

Aber die Bedeutung der so eben angedeuteten Erhebungsrichtung von SW. — NO. ist nicht allein auf die Südseite des kaukasischen Gebirges beschränkt, sie erstreckt sich auch auf die Nordseite desselben; orographisch zwar weniger ausgeprägt, aber dennoch sehr wichtige physikalische Verhältnisse bedingend.

Weniger zweideutig als der Antheil, den parallele Erhebungen von SW. — NO. an der Entstehung der nördlichen Querthäler des Kaukasus genommen haben mögen, welche barancoartig die hohe, durch Coralrag und Néocomien gebildete Vormauer des centralen Gebirgszuges in merkwürdig übereinstimmender Gesetzmässigkeit durchsetzen, erscheinen die Gründe, die dafür sprechen, die Mitwirkung einer Erhebung von SW. — NO. bei der orographischen Erläuterung der beiden grössten Massenentwickelungen des nördlichen Kaukasus, d. i. des Elburuzsystems und des dagestanischen Berglandes, nicht auszuschliessen.

denn das Streichen der Schiefer dieser Gebirgstheile beweist, dass sie als Parallelen den beiden kaukakischen Richtungen von O. nach W. und von SO. nach NW. angehören, und aus glei-

---

Nähere Erörterungen dieser Andeutungen einem andern Orte vorbehaltend, bemerke ich nur noch das Folgende:

Eine sorgfältige Untersuchung der geologischen Verhältnisse der Maschuka bei Pätigorsk hat gezeigt, dass die dunkelgrauen, oft marmorartigen Kalkschichten mit grossen *Inoceramen*, so wie die ihnen auflagernden hellen kalkigen Mergelschiefer von einer Achse antiklinaler Neigung aus SW. 45° NO. beherrscht werden. — Das System der Thermen von Pätigorsk, durch mächtige Travertin- und Sinterbildungen maskirt, ist auf eine äusserst interessante Weise an die Existenz einer Spaltung geknüpft, die in einer von der angegebenen etwas abweichenden Richtung (WSW. 66° ONO.) aus dem Innern des Berges tritt. — Die nordöstliche Verlängerung jener Erhebungsachse der Maschuka führt auf den 13 Werst entfernten Лысая-гора und die südwestliche Verlängerung auf die nahe hinter einander liegenden Kegelgestalten des Pschinskaja und Djutkigor, jenseits des Podkumok. — Diese drei, inselartig in der Fläche auftretenden Berge gehören der Kreideformation an, wie die Maschuka, und dasselbe Gesetz steiler antiklinaler Schichtenstellung in der Richtung SW. 45° NO. regelt auch ihren Bau. — Leicht übersieht man von der Höhe der Maschuka, dass sämmtliche vier genannte Berge sich auf einer Linie befinden, die zuletzt den Kegel des Elburuz trifft und ein Blick auf die Karte lehrt, dass die kohlensäurereiche Therme von 17,6° R. in 7800 p. F. absoluter Höhe im hohen Malkathale, so wie etwas weiter hinab eine viel schwefelsaure Magnesia enthaltende Sauerquelle von 7° R. in 6946 Fuss absol. Erheb., vielleicht nicht zufällig, von derselben Linie getroffen werden. — Es verrathen aber Kalkschichten, welche denen der Maschuka aequivalent, an der Nordostseite der glimmerführenden Quarzporphyrerhebungen des Beschtau und des 14 Werst von ihm entfernten Kumgor in ansehnlicher Höhe emporragen, ein Einfallen gegen den Quarzporphr und ein Streichen von SO. 25° NW. (am Beschtau) und SO. 60° NW. (am Kumgor). — Diese Richtung stimmt, bedeutsam genug, mit den Längenachsen des Beschtau und des Kumgor (SO. 40° NW.), so wie der einer Anzahl von den übrigen in der Ebene zerstreuten Felsrücken überein, während die Längendimensionen des Змѣиная, Желѣзная горы etc. der Richtung von SW.—NO. entsprechen.

Die seltsame Gruppe der Beschtau-Höhen wird somit als das Resultat der Durchkreuzung zweier, und zwar derselben Erhebungsrichtungen von hora 9 und hora 3 verständlich, deren orographisch

chen Gründen lässt sich der Anfangspunkt des in Rede stehenden Gebirges auch nicht an den Bergknoten von Erzo (d. h. Kessel) knüpfen. Den eigentlichen und wahren Anfangspunkt hat das System in der isolirten und selbstständigen Massenerhebung, welche in 20 Werst südwestlicher Entfernung von der Morecha eine flachkegelförmige Gestalt zeigt, deren abgerundete Doppelgipfel Peranga und Lochoni genannt werden, und die schon aus der Ferne die Vermuthung erweckt, dass hier ein Erhebungskrater aufragt. Diese Verhältnisse sind der Vorstellung eines Kammes, der von der isolirt aufragenden Aphanit- und Grünstein-Piramide Achalis-Mtha beginnend das Perangasystem trifft, wie die Karten ihn andeuten, nicht günstig, denn die Abhänge der Peranga fallen auch in nordöstlicher Richtung ziemlich steil ab. Der centrale Baranco, der den inneren Bau des Systems aufschliesst, zeigt, dass dasselbe zum Theil aus Labrador und Pyroxen führenden Grünsteingebilden, deren festen Conglomeraten und feinkörnigen geschichteten Trümmerbildungen besteht. Dieser Baranco beginnt nun unter den Höhenpunkten des gekrümmten Gebirgswalles Peranga und Lochoni, und erstreckt sich in mittlerer Richtung der Erhebungsachse des Systems abwärts. Es ist das Flussthal der Dziroula — welches die südwestliche Rich-

---

gestaltende Bedeutung für Transkaukasien und Kleinasien von mir entdeutet wurde und erschöpfend ermittelt zu werden verdient.

Die Belegstücke für sämmtliche, in dem Vorhergehenden enthaltenen petrographischen Angaben befinden sich in der von mir dem Kaiserlichen Berg-Corps übergebenen transkaukasischen Sammlung.

Die bisher in der allein üblichen Weise der Ablesung des bergmännischen Compas angegebenen Streichungs- und Erhebungsrichtungen zeigen, sobald sie sich von hora 6 entfernen, einen Widerspruch mit den Angaben, die sich in einigen früheren im Bulletin mitgetheilten Aufsätzen von mir finden (Bulletin phys.-mathém. T. V. p. 321 u. T. VII. p. 225). Zur Erläuterung dieses Umstandes bemerke ich, dass es mir der Vorrichtung zu Folge, die ich beim Abnehmen des Streichens anwendete, bequemer war, die Magnetnadel auf die Nordlinie des Compas einspielen und die Richtungslinie des Streichens selbst die Stunde bestimmen zu lassen. — Die nöthige Reduktion der so erhaltenen Stundenangaben auf die wirklichen war in den genannten Aufsätzen unterblieben.

tung auf 25 Werst bis an den Punkt beibehält, wo das südlich quervorliegende andere System, von dem sogleich die Rede sein wird, den Fluss nöthigt, nach Westen einzubiegen. Die Ränder dieses flachen Erhebungsthales bleiben in constanter Entfernung von 5 Werst von einander und bewegen sich somit als flache Parallelrücken fort, deren Kammlinien nahe in ein und dieselbe Ebene fallen, die innerhalb des angegebenen Raumes von 25 Werst sich nur um einige Grade gegen den südwestlichen Horizont neigt, ein Verhältniss, welches an die Stelle zu erwartender Gebirgsformen die auffallenden, beinahe gradlinigen Contouren stellt, die so sehr meine Erwartungen täuschten, als ich von der Höhe des Schlossberges von Satscheri — Modanache — (Modi da nache d. h. komm und siehe) — am südwestlich vor mir liegenden Horizont das berühmte karthliimeretinische Gränzgebirge suchte, und — nicht finden konnte. Während nun jene parallele Bergrücken mässig steil gegen das Innere des Dziroulathales abfallen, erstreckt sich eine bedeutende Anzahl von Flussthälern von den Kammhöhen nach Aussen hinunter. Sie sind von dichten, schwer zu durchdringenden Waldungen bedeckt und führen die Wasser des Gebirges auf der einen Seite dem caspischen und auf der andern dem schwarzen Meere zu. Eine ähnliche Auffassung wie diejenige, welche in dem so eben geschilderten Flussthale der Dziroula ein langgedehntes Erhebungsthal erblickt, passt auch auf denjenigen Theil des meschischen Gebirges, den ich als

2. *das südliche System oder das von Lichi*

bezeichne. Es liegt dasselbe mit einer Längenentwicklung von O.—W. dem vorigen im Süden dergestalt vor, dass das Thal der Dziroula verschlossen sein würde, wenn dieser Fluss nicht Gelegenheit fände, in das Innere des zweiten Systems einzudringen und mit den Gewässern desselben vereinigt weiter gegen W. zu fliessen. Der Anfangspunkt dieses südlichen Systems wird bestimmt durch die Granithöhen Lichi und Rikota, die sich genau am Ende des 25 Werst langen nördlichen Systems erheben. Der Baranco, der aus dem Inneren dieser kuppelförmigen Massenerhebungen sich gegen West richtet, hat

nur eine Länge von 10 Werst, dann mündet er in das Dziroulathal, welches seine ursprüngliche Richtung nunmehr weiter führt. Die hochgewölbten Bergrücken oder die Ränder des Erhebungsthales von Lichi und Rikóta, welches das Flüsschen Sakbula durchfliesst, sind von sehr ungleicher Länge. Der rechte, an dem System der Perånga scharf abgeschnitten, endet schon mit 10 Werst. Der linke Bergrücken dagegen, in seinem oberen Anfange, welcher den Namen Phoni führt, schon von bedeutender hypsometrisch noch nicht bestimmter Höhe, gewinnt in weiterer westlicher Fortsetzung den Charakter eines selbstständigen Gebirgszuges, der sich in mehrfachen von O. — W. gerichteten flachen Bifurcationen verästelt. Die Steilabfälle dieses Zuges bleiben, indess der Dziroula zugewendet, die in vielfachen Krümmungen am Fusse seiner nördlichen Abhänge ihren westlich gerichteten Lauf fortsetzt bis sie in 25 Werst grader Entfernung von der Einmündung der Sakbula sich mit der Tschkherimela vereinigt. Dieser Fluss dagegen nimmt seinen Lauf längs des südlichen Abhanges des so eben angedeuteten Gebirgszuges; er nimmt alle Gewässer auf, die auf der Südseite des letzteren aus den waldreichen Schluchten treten, und mündet 5 Werst nach seiner Vereinigung mit der Dziroula bei Schorapana in die Quirila. In Uebereinstimmung mit der von O. — W. ziehenden Längenentwicklung des südlichen meschischen Gebirgssystems zeigen die sedimentären, dem Néocomien und der Tertiärzeit angehörigen Auflagerungen, welche auf eine umfangreiche Weise geognostisch mit den ungeschichteten krystallinischen Massen der Berge Lichi Chepinischewi und Phoni verbunden sind, ein Streichen von hora 6 bis hora 6 ¼ oder W. — O. In gleicher Beziehung bedingt das System der Perånga ein Streichen der ihm angelagerten Kreide- und Tertiärschichten von hora 2 ½ bis hora 3 oder SW. — NO. Die gegenseitigen Streichungslinien, die von der Richtung der beiden abgehandelten Systeme bestimmt werden, durchschneiden sich mithin unter einem stumpfen Winkel von etwa 120°, und es ist nicht unwichtig, dass die Passhöhe des Weges von Kanthalinien nach Imeretien in die Verlängerung einer Linie trifft, welche von dem Gipfel der Perånga über die Höhen von Lichi und Rikota geführt wird.

Es ist nun eine bisher unbemerkt gebliebene Thatsache, dass das eigentliche Fundamentalgebirge der beiden so eben orographisch näher entwickelten Gebirgsgruppen mit Inbegriff der Berge Lichi, Chepinischewi, Phoni und Maliti aus normalem Granit besteht. Dieses Urgebirge erscheint daselbst unter Lagerungsverhältnissen, die an die Granitformation zwischen Dniepper und Bug erinnern könnten, während eine Schilderung der petrographischen Charaktere jenes imeretinischen Granits die Vorstellung unwillkührlich in die Urgebirgsgebiete des hohen Nordens führen würde. Die Existenz einer flachen Granitwölbung, die einen grossen Theil des imeretinischen Kreises Satseretlo einnimmt, und in welcher die Flüsse Dziroula und Tschkherimela einen Theil ihres Laufes eingeschnitten haben, ist durch die Beobachtungen nachgewiesen. Die Längenausdehnung dieser Granitformation scheint in der Richtung des Perangasystems zu liegen. Sie entwickelt sich zu ansehnlichen Berggestalten und der Hauptkörper des Systems von Lichi und Rikota besteht nur aus Abänderungen dieser Felsart. Man könnte versucht werden, diesen Granit, der von Kreide- und Tertiärschichten überlagert wird, für ein sehr junges Gebilde zu halten, allein in den tiefen Thaleinschnitten der Dziroula und Tschkherimela, so wie anderer Flüsse Satseretlo's, treten interessante Durchbrucheserscheinungen zu Tage. Sie beweisen, dass jenes Urgebirge wohl mehr als eine Erhebung erlitt, und dass es namentlich schwarze pyroxenführende Eruptivgesteine, Melaphyre waren, welche die letzten Dislokationen innerhalb des Granitgebiets bewirkten. In dem Thale der Tschkherimela, welches die Heerstrasse von Imeretien nach Karthalinien durchzieht, wird der Granit nur an einigen Stellen sichtbar, aber in der Nähe des Passes auf dem Wege von Maliti nach Suram gewinnt er eine grössere Entwicklung und verschwindet dann nach Karthalinien zu unter der Kreide. Ohne die Existenz einer zusammenhängenden fundamentalen Granitformation, die den Isthmus zwischen beiden Meeren quer durch setzt, behaupten zu wollen, bemerke ich, dass eine solche immer wahrscheinlicher geworden ist. Das Flussgebiet des Chram schliesst in den oberen Stufen seiner tief einschneidenden Thäler gleichfalls primitives Gebirge auf, vom Néocomien überla-

gert, und führt die Vorstellung einer ähnlichen Granitformation wie die von Satseretlo herbei, die hier die Basis des umfangreichen Hochgebiets im Süden der trialethischen Ketten zu bilden scheint, wo die eruptive vulkanische Thätigkeit Dolerit-ströme im grössesten Massstabe über die Kreideformation ergossen hat. Es erhalten diese Thatsachen noch mehr Gewicht, wenn man die ausserordentliche Urgebirgsformation in das Auge fasst, die ich im Herbste des v. J. im nördlichen Kaukasus erkannt habe. Die grössten dort befindlichen Massenerhebungen des gesammten Gebirges, deren Höhen mit denen des Kasbek und Elburuz wetteifern, bestehen aus Granit, Gneuss und Glimmerschiefer. Ihre Culminationspunkte liegen auf den Gränzen zwischen Suanien und Balkarien[14]). Der Elburuz selbst ruht auf den Fundamenten dieses primitiven Gebirges, welches auch dort vom Nordfuss des grossen Trachytsystems an eine hohe aber flache, vom Flötzgebirge bedeckte Wölbung bildet, die zwischen dem Kuban und der Malka völlig aufgeschlossen ist und deren äusserste nördliche Gränze ich in grader Entfernung von 60 Werst vom Elburuzgipfel im Eschkakonthale, in einer absoluten Höhe von 3765 Par. F., nicht weit von Kislavodsk gefunden habe, wo der Granit unmittelbar vom Kohlensandstein überlagert wird.

Die dem so eben geschilderten Doppelsysteme des meschischen Gebirges beigelegte Bedeutung als climatologische Scheidegränze drückt sich in bemerkenswerthen Erscheinungen aus, deren Schauplatz am vollständigsten von der Perangahöhe überblickt wird.

Wenngleich die Höhen Lochoni und Peranga sich noch tief

14) Der höchste pyramidale Gipfel dieses Urgebirges erhebt sich am Ende der tiefen und grossartigen Thäler von Balkarien und wird daselbst Dymala Baschi genannt. Es ist derselbe Höhenpunkt, der auf den Karten des Kaiserlichen Generalstabes den Namen Artumaru trägt. Die absolute Erhebung dieser Urgebirgspyramide scheint derjenigen des Kasbegk ganz nahe zu kommen.

unter der Grenze befinden, die an dem Südabhange des Kaukasus für den Baumwuchs gilt (Lochoni 5881 und Peranga 4971 par. F.), so sind doch die Hochrücken daselbst auffallend von Bäumen entblösst, eine Erscheinung, die sich auf der südwestlichen Seite des Gebirges stärker zeigt als auf der Ostseite. Dagegen sieht man an den Abhängen jener Höhen, so wie überhaupt längs des ganzen Gebirges bis zum Passe von Suram hinunter zahllose Bäume entwurzelt und abgebrochen, immer genau in der Richtung, welche einem herrschenden Winde aus NO. entspricht, der hier alljährlich bedeutende Verheerungen in den Waldungen anrichtet. Es ist aber durch in aussergewöhnlichen Höhen angestellte Beobachtungen, wie am Qwina-Mtha, in Alexandropol etc. bewiesen worden, dass ein constanter Nordost in Grusien in den höheren Regionen der Atmosphäre herrscht, durch welchen die continentalen Luftmassen über den Kaukasus hinweggeführt werden; nach der Aussage der gegendkundigen Anwohner ist nun auf der imeretinischen Seite des meschischen Gebirges in der niedrigeren Bergregion, und insbesondere in dem Thale der Dziroula, im Febr. und Jan. ein heftiger SW. der herrschende Wind, wogegen die Tabellen 2 und 3 zeigen, dass grade in diesen Monaten in Koutais und Redut die östlichen Winde mit trockener Luft dominiren. So erklären sich nun aus der Begegnung zwischen einer oberen und einer unteren entgegengesetzten Strömung die starken Wirbel, welche die Höhen des meschischen Gebirges zumal im Winter und Frühjahr heimsuchen, als Folge eines Kampfes, der mit der Annäherung an die Kammhöhe an Intensität zunimmt und zweifelsohne der veranlassende Grund der Abwesenheit der Waldbäume auf diesen Höhen ist, die auf der westlichen Seite häufiger durch Ahornarten, auf der östlichen mehr durch Weiss- und Schwarzbuche repräsentirt werden. Während die warme und dunstreiche Meerluft, durch die südwestliche Strömung zu den condensirenden Höhen getrieben, das imeretinische Waldgebirge in dichte Nebel hüllt, bleibt in häufigen Fällen die karthalinische Seite rein und unbewölkt. Kaum hat das Gewölk von Westen her die Höhe des Kammes erreicht, so verschwindet in der trockenen Luft der karthalinischen Hochebenen spurlos

der Nebel wieder. Daher die unvergleichlich üppigere Vegetation des imeretinischen Waldgebirges, daher die vorherrschend sumpfige Beschaffenheit seiner westlichen Abhänge und Flachrücken. Diesen Erscheinungen, die einen charakteristischen Unterschied zwischen beiden Abhängen begründen, schliesst sich noch auf eine bemerkenswerthe Weise das Vorherrschen baumartiger Waldgebüsche, von *Prunus laurocerasus*, *Ilex aquifolium* und *Rhododendron pontjcum*, auf der imeretinischen Seite an, während die Verbreitungssphäre der, einer feuchten Atmosphäre bedürftigen *Azalea pontica* sich an dem Südabhange des Kaukasus noch über alle ossetinischen Thäler bis nach Chevzurien forterstreckt.

Einige Daten aus meinem Tagebuche mögen als Bestätigung des so eben Gesagten hier noch eine Stelle finden.

Am 22. August 1846, um 6 Uhr Morgen, verliess ich das Dorf Erzo (5266 par. Fuss) bei Regen verheissender und völlig stagnirender Atmosphäre. Der Stand der Instrumente war: $t = 7{,}7$ und $t' = 7{,}4$; $b = 618{,}80$ millim., mithin enthielt die Luft 0,95 Procent Wasserdampf $(\frac{e}{e}'')$ und der Druck der Dämpfe betrug 3,62 engl. Lin. (e''). — In Kutais wurde gleichzeitig bei schwachem SW. und trübem Himmel $t = 15{,}4$ und $t' = 13{,}9$ und $b = 746{,}63$ millim. beobachtet. Die relative Luftfeuchtigkeit war also dort 0,83 und der Druck der Dämpfe betrug 5,66 engl. Lin.

Als ich um 12 Uhr den Gipfel des Syrchlaberta (8895 p. F.) erreichte, hatte sich schwacher NO. eingestellt; t war 7,6; $t' = 5{,}5$; b stand 511,34; $\frac{e}{e}''$ war demnach 0,75 und e'' entsprach 2,78 engl. Lin. — Gleichzeitig herrschten in Kutais westliche Winde; t war $= 20{,}5$: t' 17,1 und $b = 746{,}81$ millim.; hiernach war $\frac{e}{e}'' = 0{,}68$ und $e'' = 6{,}78$.

Diesen Beobachtungen zu Folge verhielt sich die Quantität der Dämpfe oder die absolute Feuchtigkeit des oberen NO. in 8895 F. Höhe zu derjenigen des unteren SW. wie 1 : 2,4. — Die Temperaturdifferenz von 13,1° R. zwischen Kutais und Syrchlaberta entsprach dabei einer normalen Wärmeabnahme von 1° R. für 644 Fuss Höhe.

Mein hoher Standpunkt gestattete den weitesten Fernblick über die Gipfel Perunga und Lochoni hinweg nach Kartha-

Am 26. Juli 1846.

Stunde.	t	t′	e″	$\frac{e''}{e}$	Barom. in engl. halbe Lin. auf 0 reducirt.	Wind.	
6	18,4	17,7	7,92	0,92	587,30	1 SW.	Trübe.
9	22,8	19,7	8,41	0,72	587,18	1 SW.	Bewölkt.
12	24,6	20,6	8,81	0,66	586,33	1 W.	Bewölkt.
3	24,9	20,6	8,73	0,64	586,45	1 W.	Bewölkt.
6	21,8	19,6	8,63	0,79	586,77	1 W.	Trübe.
8	20,7	19,0	7,43	0,84	—	—	Schwach. Regen.

Am 27. Juli.

6	21,8	14,5	4,22	0,39	587,29	3 ONO.	Bewölkt.
9	23,6	15,3	4,30	0,35	588,22	3 ONO.	Bewölkt.
12	26,2	17,4	5,15	0,33	587,11	2 ONO.	Bewölkt.
3	27,6	17,9	5,40	0,33	587,65	2 ONO	Bewölkt.
6	21,3	18,8	8,07	0,77	588,56	1 W.	Trübe.
8	21,6	19,5	8,61	0,80	—	1 W.	Gewitter: 7^h 20′.

Während der Druck der Dämpfe am 26. Juli bei SW. und W. 8,47 engl. Lin. mit einer relativen Feuchtigkeit der Luft von 75 Procent im Mittel betrug, war derselbe nach eingetretenem NO. am Morgen des 27. Juli (um 9 Uhr) auf 4,30 engl. Lin. und 35 Procent relativer Luftfeuchtigkeit herabgesunken.

Schon am nächstfolgenden Tage hatte der westliche Wind wieder die Oberhand gewonnen und die Luft erreichte ihren bisherigen Feuchtigkeitsgrad. Bisweilen ereignet es sich in den hohen Sommermonaten, dass ein intensiver ONO. ohne Unterbrechung vom imeretinischen Waldgebirge an bis zum Ufer des Meeres zu wehen beginnt, die dunstreiche Atmosphäre völlig verdrängt und die colchische Niederung mit einer heissen und äusserst trocknen Luft buchstäblich ausfüllt. Dauert dieses Phänomen, welches eine grosse Analogie mit den Sirocooartigen Winden besitzt, die von den kleinasiatischen Plateaugegenden zu den benachbarten Tiefländern herabwehen [15]), 6 bis 8 Tage, so wird die gesammte

15) Silliman Journal for July 1846. Meteorological observations on Western Asia p. 72.

Vegetation von einem Zustande der Abwelkung ergriffen, der nicht selten die Baum- und selbst theilweise die Feldfrüchte zu vernichten im Stande ist. Ein noch längeres Anhalten dieses Windes gehört jedesmal zu den grössten Calamitäten für die Bewohner von Imeretien und Mingrelien.

Die Eigenschaften, welche das Vorstehende den beiden entgegengesetzten Winden beilegt, erleiden indess östlich vom meschischen Gebirge schon eine bedeutsame Abänderung. — Es erscheint als eine nothwendige Folge der geographischen Beziehungen zwischen dem Kaukasus und dem caspischen Meere, dass der ciskaukasische NO., mit der östlichen Entfernung von einer, innerhalb der Achse des Meschi-Gebirges gezogenen Linie im Norden des Kaukasus, allmählich die Charaktere des Seewindes annimmt, während der transkaukasische W. im Osten jener Linie südlich vom Kaukasus die grössere Trockenheit des Landwindes erhält. — Aus diesem Gesichtspunkte sind die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Beobachtungen zu betrachten, welche mir im Herbste 1847 Gelegenheit gaben, den meteorologischen Zuständen der Nord- und Südseite des Kaukasus bei 2maligem Uebergange über das Gebirge südlich und südöstlich vom Schachdag beobachtende Aufmerksamkeit zu widmen.

Tab. 19.

1) Südseite des Kaukasusgebirges.

Monat	Datum	Uhr	Psychrometer R° t	t'	e''	e'/e	Barometer in Millimetern auf 0° reducirt	Abs. Erh. üb. d. casp. Meere	Wind	Zustand des Himmels	Beobachtungsorte.	Gleichzeit. Beob. in Derbent W.	e''	e''/e
Aug.	30	11	16,9	16,9	2,37	0,25	699,59	2875	NW.	heiter	Nucha			
		2½	22,3	11,5	2,12	0,19	698,39	—	NW.	heiter	Ebendaselbst	O.	7,93	0,85
	31	12	19,4	11,8	2,08	0,34	708,47	2098	NW.	heiter	Dorf Wartaschin	O.	6,39	0,70
Sept.	1	11¾	17,2	11,0	3,21	0,41	694,00	2690	NW.	heiter	Dorf Kutkaschin	O.	5,36	0,56
		1	18,2	11,5	3,27	0,39	692,68	—	SO.	heiter	Ebendaselbst			
		8	19,4	12,9	3,88	0,42	692,36	—	SO.	heiter	Ebendaselbst	OSS.	7,57	0,61
		11	8,6	5,0	2,14	0,53	628,88	5028	Still	sternklar	Dorf Mystschyg im Thale hinauf			
	2	6m	7,6	2,9	1,38	0,37	628,18	—	SW.	heiter	Ebendaselbst			
		10	12,6	4,9	1,21	0,22	589,72	6780	SW.	heiter	Oberste Thalstufe	O.	6,82	0,68
		2	6,9	4,1	2,24	0,62	512,61	10464	SO.	Cumulus	Auf dem Kaukasuskamme	OSO.	6,55	0,67

2) Zwischen dem Kaukasuskamme und dem Schachdag-System.

		3½	9,8	5,5	2,23	0,50	559,89	8804	SO.	Cumulus	Hochthal zwischen Fandag und Schachdag.			
		5	6,1	3,0	1,93	0,58	537,52	9822	SSW.	Cum.-Gew.	Höchste Stelle des Weges nach Kurusch.	O.	6,44	0,73
		8½	8,4	4,5	2,02	0,51	568,52	7920	SW.	sternklar	Dorf Kurusch			
	3	7	8,7	3,3	1,42	0,35	568,87	—	SW.	heiter	Ebendaselbst	N.	6,65	0,79
		3	5,6	1,2	1,39	0,44	460,73	13091	Still	dunstige Luft	Gipfel des Schachdag			
		5	5,3	2,1	1,77	0,57	484,19	11938	SW.	heiter	Am Gletschersee, südlich unter dem Gipfel			
	4	7½	10,7	4,5	1,51	0,32	569,31	—	Still	heiter	Dorf Kurusch			
		2	9,9	2,2	0,91	0,20	499,78	11308	SSW.	heiter	Auf dem schneefreien Tschalbuzdag	SO.	5,36	0,56
		10	10,4	3,6	1,18	0,25	567,75	—	SW.	sternklar	Dorf Kurusch			
	5	3	14,8	6,0	1,33	0,20	566,44	—	NW.	Cirrus	Ebendaselbst	O.	7,02	0,71
	6	7	13,1	5,0	1,22	0,21	566,88	—	NW.	heiter	Ebendaselbst			
		1	17,5	7,3	1,41	0,18	559,87	8148	NW.	heiter	Unter dem Südabhange des Schachdag	NO.	6,03	0,61

3) Auf dem Nordabhange des Schachdag-Systems.

Monat	Datum	Hora	Psychrometer R° t'	t''	e''	φ''	Barometer in Millimetern auf 0° reducirt	Abs. Erh. üb. d. cap. Meere	Wind	Zustand des Himmels	Beobachtungsorte.	Gleichzeit. Beob. in Derbent W.	e''	φ''
Sept.	7	8^m	10,5	7,2	2,81	0,60	627,67	5088	NW.	heiter	Dorf Lessa			
		1	13,3	9,9	3,76	0,64	553,99	6382	4 SSW.	Nebelgewölk	Pass zwischen Lessa und Kries	N.	5,34	0,62
	8	$7^1/_2$	8,3	6,7	3,10	0,78	601,63	6254	2 NO.	bewölkt	Dorf Kries			
		6	10,8	7,8	3,13	0,65	589,62	6048	2 NO.	Nebelgewölk	Bei dem Dorf Buduch			
	9	11^m	10,8	8,2	3,32	0,69	648,65	5382	1 ONO.	bewölkt	Waldgränze (nicht Baumgränze) oberh. Cuba	N.	7,29	0,65
		$7^1/_2$	14,4	12,1	4,68	0,74	713,12	1874	NO.	dunstig trübe	Stadt Cuba			

4) Nordseite des Kaukasusgebirges.

	15	2	16,8	13,8	5,24	0,69	704,02	2300	Still	Gewölk	Mineralquellen von 39,5° R. bei Kunachkent	N.	6,00	0,67
	16	$6^1/_2$	8,8	7,1	3,16	0,76	671,92	3381	NO.	heiter	Dorf Chaltan			
		$9^1/_2$	12,1	8,2	2,98	0,56	631,85	5208	NO.	heiter	Auf d. Kaukasuskamme, Weg n. Schemacha	N.	6,13	0,64

5) Südseite des Kaukasusgebirges.

	16	$5^1/_2$	15,6	10,1	3,06	0,44	694,59	2674	NNO.	bewölkt	Am Flussbett des Pyrsagat			
	17	$8^1/_2$	16,7	9,7	2,58	0,34	666,45	3696	NO.	dunstig	Pass zwischen Schemacha und Kunachkent			
		1	20,9	10,8	2,00	0,20	708,89	2172	SO.	Cumulus	Stadt Schemacha	W.	5,65	0,79
	19	$4^1/_2$	17,5	9,5	2,11	0,26	712,09	—	SW.	heiter	Schemacha	SO.	3,27	0,54
	21	10	19,1	14,3	4 84	0,54	759,31	—	3 SW.	heiter	Station Arbat	O.	7,21	0,81
		2	17,7	12,3	3,81	0,47	749,21	441	3 SW.	heiter	Letzte Höhe vor Baku	SO.	4,32	0,56
		11^a	16,1	12,4	4,35	0,60	760,46	—	1 SSO.	sternklar	Baku, in der Stadt			
	22	3	17,3	15,8	6,59	0,83	758,75	—	SSW.	heiter	Baku, am Meeresufer	O.	5,00	0,58

Der Druck der Dämpfe auf die Quecksilbersäule ist in engl. Linien, die absoluten Höhen sind in par. Fuss ausgedrückt. Die hypsometrischen Bestimmungen beruhen auf gleichzeitigen Beobachtungen in Tiflis und Derbent.

Das meteorologische Bild, welches die vorstehenden Beobachtungen für den Zeitraum vom 20. August bis 22. September darstellen, enthält die unverkennbaren Grundzüge einer charakteristischen climatologischen Verschiedenheit zwischen den beiden Gebirgsseiten, die sich in den Feuchtigkeits-Verhältnissen so wie in der Natur des vorherrschenden Windes ausprägt.

Diese Grundzüge treten schärfer hervor, wenn man für die den verschiedenen Gebirgsseiten entsprechenden Beobachtungsgruppen aus den Angaben der relativen und absoluten Feuchtigkeit das arithmetische Mittel nimmt und zugleich diejenigen Winde hervorhebt, welche auf jeder Gebirgsseite die herrschenden waren.

	Relat. Feuchtigk.	Absol. Feuchtigk.	Herrschende Winde
Für die Südseite			
(Gruppe 1)	0,37	2,33 engl. Lin.	NW. SW.
Für d. Kammreg.			
(Gruppe 2)	0,35	1,52	NW. SW.
Für die Nordseite			
(Gruppe 3 u. 4)	0,68	3,46	NO.

Es waren somit in dem angegebenen Zeitraume auf der Südseite des Gebirges von Nucha bis Kutkaschin bei fortwährend heiterem Wetter westliche Winde vorherrschend und führten Luftmassen herbei, deren Dunstspannung einer Barometersäule von 2,33 engl. Lin. entsprach und welche von ihrem Sättigungspunkte im Mittel fortwährend 0,63 entfernt blieben.

In rascher Weise nahm die absolute und relative Feuchtigkeit dieser südwestlichen Strömung mit dem Ansteigen zu den Gebirgshöhen ab und erhielt jenseits des Kaukasuskammes innerhalb der höchsten Region der Südabhänge des Schachdag-Gebirges ein extremes Minimum, welches in absoluter Erhebung von 11308 par. Fuss auf den Dolomitklippen des Tschalbuzdag nur noch eine Dunstspannung von 0,91 engl. Linien anzeigte. Dieses überraschende Minimum übertrifft nun die grösste atmosphärische Trockenheit, die ich in Armenien Tab. 16 in absoluten Höhen von 3 bis 4000 Fuss beobachtete, um das Doppelte und nähert sich sehr auffallend

derjenigen, die Hr. Chanykof auf dem Wege nach Teheran (Note 12) gefunden hat. Auf der Nordseite des Gebirges dagegen, in 8 bis 9000 Fuss absoluter Höhe, bezeichnete eine plötzliche und rasche Zunahme der Feuchtigkeit die Region eines heftigen Wolkenkampfes zwischen dem trocknen SW. und einem feuchten NO., welcher Luftmassen herbeiführte, deren Dämpfe in absoluter Höhe von 1874 (Stadt Cuba) und 2300 Fuss (Mineralquellen von Kunachkent) z. B. bereits einem Drucke von 4,68 und von 5,24 engl. Lin. entsprachen.

Auf der Südseite des Gebirges in Schemacha war die Tension der Dämpfe in der Luft in derselben Höhe nur 2,11 engl. Linien mit einer relativen Feuchtigkeit 0,26. Mit der Annäherung von Schemacha ab nach Baku zum Meere erhielt die atmosphärische Feuchtigkeit allmählich dieselbe Höhe ($e'' = 6{,}59$), welche bei nördlichen und westlichen Winden während des ganzen in Rede stehenden Zeitraumes vom 30. August bis 22. September in Derbent im Mittel beobachtet worden war ($e'' = 6{,}15$). Im Hinblick auf den Bau und die relative Stellung des südöstlichen Kaukasus zu dem benachbarten Meere und dem umgebenden Flachlande ist eine jede der hier angeführten Erscheinungen, wie mir scheint, befriedigender Deutung fähig. Wie der Nordost die hier mit den Dämpfen des kaspischen Meeres gesättigte Luft herbeiführt, welche auf den flachen und sumpfreichen Abhängen des Schachdag-Gebirges einer unvergleichlichen Alpenvegetation so ausnehmend günstig ist, von der im Süden des Gebirges nur schwache Spuren zu finden sind, so kann die trockne und warme Luft, die vom SW. getrieben und am Kaukasuskamm in NW. ablenkt, die Schneegränze auf der Südseite des Schachdag bis über 11000 Fuss hinaufdrückt, ihre Herkunft aus dem weiten Steppengebiet der Kuraniederung nicht verläugnen. In östlicher Entfernung von Schemacha, dessen Sommer von dem Wärme erhöhenden Einfluss jener Steppenatmosphäre eben so deutlich berührt wird, wie Schuscha, nimmt mit den südöstlichen Meerwinden auch die relative und absolute Feuchtigkeit der Atmosphäre zu, die in Apscheron das perennirende Maximum erhält, von dem pag. 7 die Rede gewesen.

Ein etwas näheres Eingehen auf die physikalischen Verhältnisse der kaukasischen Kammregion scheint nöthig, um den Antheil befriedigend zu deuten, den dieselbe auf die ausserordentliche vom 3. bis 6. September daselbst beobachtete Trockenheit der Luft ausübt.

Nachdem das einfache orographische Verhältniss zwischen dem Kaukasuskamme und einer Reihe von mächtigen, demselben in seiner ganzen Erstreckung im Norden parallel vorliegenden Gebirgswällen, mit dem Eintritt in das Innere des Dagestanischen Berglandes eine Umgestaltung und völlige Unterbrechung erlitt, erscheint dasselbe weiter südlich am Ausgange des Samurthales noch einmal wieder, und führt in dem isolirten, wahrhaft alpine Verhältnisse darstellenden Schachdag-Systeme ein letztes Glied mit den grossartigsten Dimensionen in die Gesammtreihe der kaukasischen Vorwälle. In schwacher Neigung steigt das reichbewaldete Glacis dieses 30 bis 40 Werst langen Vorwalles aus dem tabasseranischen Flachlande gegen die Centralkette an. — Tief in das Innere seines regelmässigen Flötzbaues dringende Querschluchten zerlegen ihn in eine Längengruppe von kolossalen Bastionen und Felsmauern, deren höchste centrale Partie mit perennirenden Eis- und Schneefeldern gekrönt ist. Diese Bastionen, die mit den Namen Tschalbuzdag Schachdag und Kisilkaja bezeichnet werden, drängen sich nun mit senkrechten Abstürzen von 4 bis 5000 Fuss bis in eine Nähe von 5 bis 8 Werst zum Hauptkamme des Kaukasus, der in den Schieferpyramiden des Fandag, des Urustambas und Basardysa von 13 bis 14400 Fuss absol. Erheb. umfangreiche Gebirgstheile gleichfalls weit in die Schneeregion einführt.

Das grosse Längenthal, welches durch die hier angedeutete parallele Stellung eines Vorwalles zu dem Hauptkamme des Gebirges hervorgebracht wird, zeigt auf einer etwa 20 Werst betragenden Strecke seiner Gesammtausdehnung von dem Dorfe Chinalugh bis Korusch folgende absolute Niveauverhältnisse:

Chinalugh 6690; — Pass zwischen Chinalugh und der Thalfläche Schahadysa 9036; — Thalfläche von Schahadysa, oder der Boden der Calderaartigen Erweiterung des grossen Quer-

thales von Lossü zwischen Schachdag und Kisilkaja 8148; — Passhöhe zwischen diesem Thale und dem Dorfe Kurusch 9822; — Dorf Kurusch 7920 par. Fuss.

Wenn man nun die starke Insolation berücksichtigt, welche die stufenförmig an einander gereiheten Ebenen dieses geschützten Hochthals im Sommer empfangen, dessen mildes Clima bei den nomadisirenden Anwohnern berühmt ist; und ferner den condensirenden Einfluss in das Auge fasst, den die Schneefelder des Schachdag und die Eismassen an dem kaukasischen Kamme auf die Dünste ausüben, die von den östlichen Winden herbeigeführt werden, so wird die Trockenheit der Atmosphäre motivirt erscheinen, welche die Beobachtungen im Sept. innerhalb der angedeuteten Region nachgewiesen haben.

Der Inbegriff der in dem Vorstehenden nur flüchtig angedeuteten Verhältnisse, verleiht man dem Systeme des Schachdag als isolirtes reichgegliedertes Scheidegebirge, an dem sich zwei entgegengesetzte Luftströme von ganz verschiedener Dunstspannung fortwährend begegnen, eine ganz besondere klimatologische Bedeutung, die insbesondere dem Pflanzengeographen noch einen reichen Stoff der Forschung darbietet.

Die Beobachtungen am Schachdag liefern ein Beispiel für die Grösse des modificirenden Einflusses, den die Physik der Oberfläche überhaupt und die Configuration der Gebirgshöhen auf die Eigenschaften der oberen Luftmassen auszuüben vermögen, welche durch constante Strömungen aus der Ferne zugeführt werden, die von den veränderlichen, durch ungleiche Insolation benachbarter Gebiete erzeugten Lokalwinden keine oder nur eine geringe Ablenkung erleiden.

Dem Interesse, welches sich an die Untersuchung derartiger Verhältnisse knüpft, welche auf die Individualisirung der Climate so wesentlich einwirken, dürfte es gemäss sein, hier noch eine Reihe von Beobachtungen folgen zu lassen, die fünf Wochen später auf einer Reise von Lenkoran bis zum Fuss des Sabalan, für die rationelle climatologische Auffassung des Talyschen Waldgebirges, mit den im Westen unmittelbar sich anschliessenden ausserordentlichen Plateauverhältnissen von Ardebil bis Tawris und Urmia, die, wie mir scheint, richtigen

Anknüpfungspunkte darboten. — Die Beobachtungen auf Tab. 20 in ähnlicher Weise aneinandergereiht, wie auf Tab. 19, umfassen den kurzen Zeitraum vom 1. bis 10. November und skizziren meteorologische Zustände, in welchen bei aller Unbestimmtheit der Umrisse dennoch permanente Grundzüge des Lenkoranischen Climas sehr hervorheben, auf deren nur kurze Andeutung ich mich in dem Folgenden beschränken muss.

Die rasche Abnahme der Feuchtigkeit eines vorherrschenden NO. mit der Annäherung zu den niedrigen, nur 20 Werst vom Meere entfernten Pässen, die über das Talysche Gebirge auf die 4300 Fuss hohe Plateaustufe von Ardebil führen, zeigt sich eben so deutlich, wie die Steigerung der absoluten Trokkenheit der Luft auf der letzteren mit dem Herandrängen der continentalen Luftmassen durch den Südwest.

Die bedeutende Temperaturerniedrigung am Morgen und Abend auf der Hochebene bei völliger Stille, die dem Eintritt des SW. veranging, scheint die vereinigte Wirkung der von den nahen bereits mit frischem Schnee bedeckten Höhen des Sabalan herabsinkenden kalten Luft und der durch die trockne und reine Atmosphäre des SW. potenzirten Strahlung der Plateauflächen überhaupt.

Die Beobachtungen lassen erkennen, wie dieser erkältende Einfluss sich über das vorliegende niedrige Gebirge gleichzeitig selbst bis nach Lenkoran erstreckte. — Nimmt man aus den Lufttemperaturen der isochronischen Beobachtungen für Lenkoran, Baku und Derbent vom 1. bis 10. November das Mittel, so zeigt sich für Derbent 8,3, für Baku 9,0 und für Lenkoran 8,3° R.; mithin erscheint nach dem Verhältniss der Breitendifferenz von 3° 19′ zwischen den genannten Orten und der Annahme einer Wärmezunahme von 0,5° R. für jeden Breitengrad die mittlere Temperatur jener Tage für Lenkoran um mehr als $1^1/_2$ Grad zu niedrig.

Diese Wahrnehmungen sprechen nun sehr dafür, die Gründe, welche die unerwartete Beugung der Isotherme und der Isochymene für Lenkoran veranlassen (p. 161), hauptsächlich in dem Einflusse der grossen Plateaulandschaften zu vermuthen, welche mit einer wahrscheinlichen mittleren Erhebung von 4000 Fuss vom südwestlichen Fusse des Lenkoranischen

Gebirges bis zum Seebecken von Urmia in südwestlicher Richtung sich ausdehnen und auf welchen noch nicht untersuchte systematisch vertheilte Gebirgszüge und umfangreiche vulkanische Systeme die Erhöhung der winterlichen Kälte wahrscheinlich in einer ähnlichen Weise befördern, wie dies in Beziehung auf die Winterkälte in Alexandropol pag. 11 angedeutet worden ist.

II.

Barometrische Höhenbestimmungen zur Erläuterung der Oberflächengestaltung des karthli-imeretinischen Gränzgebirges.

Die folgenden, durch gleichzeitige Beobachtungen in Kutais hypsometrisch bestimmten Punkte befinden sich auf und zu beiden Seiten einer Linie, welche vom Schieferkamm des Kaukasus ab, in südwestlicher Richtung bis zur flachen Höhe des Passes von Souram zu führen ist.

Die absolute Erhebung von Kutais, vom Niveau des grossen Platzes ausgehend, beträgt 456 par. Fuss. Dieser bei allen folgenden Höhenangaben bereits mit in Anrechnung gebrachte Werth ist das Resultat einer Reihe von 62 gleichzeitig in Redut und Kutais von mir und Hrn. Dr. Moritz Gottfried im December 1846 ausgeführten Barometerbeobachtungen.

a) *Höhenpunkte, die dem Intervall zwischen dem Kaukasuskamme und dem System der Peranga angehören.*

1) Pass am Sekara (Hohes-Thor), über den Hauptkamm des Kaukasus nach Nari hinab. — Thonschiefer; Streichen der Schichten am Pass 7h (WNW. — OSO.); Einfallen NNO.; Neigungswinkel 51° . . 9886 par. F.
2) Gipfel der Morecha. 8280

Mit diesem Namen wird das mehrfach sich verzweigende Ende eines bedeutenden und steilen Rückens von 10 Werst Länge bezeichnet, der an der

hohen Schieferpyramide des Sekara vom kaukasischen Kamme in südwestlicher Richtung ausläuft, den ossetinischen Gau Keschelta und den ratschinischen Kudaro von einander trennt und, orographisch verstanden, allerdings den Anfang der grossen Wasserscheide zwischen dem kaspischen und schwarzen Meere bildet, welche das weiter in SW. beginnende System der Peranga fortführt.

Der complicirte Schichtenbau der Morecha wird durch die Streichungsrichtungen von 8 — 9^h oder SO. — NW. und von 6 — 7^h oder O. — W. bestimmt.

3) Baumgränze an der Morecha 6590

Das schöne *Rhododendron caucasicum* wächst in besonderer Ueppigkeit auf den Gipfeln der Morecha.

4) Der Syrch-laberta (Syrch auf ossetisch roth und läbärtä der Abhang) 8895

bildet, als steil emporragender Felskamm, einen der bedeutendsten Höhenpunkte der langen Kette von Pyroxen führenden Grünsteinporphyren und von Melaphyren, welche innerhalb der Achse des von O. — W. gerichteten Höhenzuges auftreten, der Ratscha von Imeretien trennt, und von den Flüssen Rion und Tzchenistskali in 64 und 78 Werst grader Entfernung von Syrch-laberta quer durchbrochen wird.

5) Tedelethi, höchster Weiler im Walde unterhalb Syrch-laberta auf der imeretinischen Seite . . 5077

6) Der See von Erzo und das Dorf Tsoni 5266

Auf dem horizontalen Boden eines flachen Kesselthals, wo mehrfache Erhöhungen thonreicher Feldspathporphyre und Melaphyre zwischen aufgehobenen Kalkflötzen inselartig auftreten. Es befindet sich dieses flache Kesselthal südwestlich von der Morecha in dem Durchkreuzungspunkt der so eben erwähnten Erhebungsachse der Syrch-laberta von O. — W. und der, des unmittelbar in

SW. sich anschliessenden Peranga-Systems von NO. — SW. Mässig hohe, aber steil gegen das Innere abfallende Felswände der Dictras- und Nerinaen-Kalkschichten schliessen das interessante Thal ein, dessen Gewässer, dem Quellengebiet der Quirila angehörig, durch einen barrancoartig die zersprengte Kalkformation durchsetzenden Spalt dem imeretinischen Kreise Satscerilo zufliessen.

b) *Höhenpunkte, die dem System der Peranga angehören.*

1) Oestlicher Rand des Dziroula-Thales.

7)	Die Höhe der Peranga in 23 Werst südwestlicher Entfernung von dem Gipfel der Morecha und 32 Werst von der kaukasischen Kammhöhe Sekara. .	4971
8)	Die Höhe Lochoni, drei Werst südlich von der Peranga entfernt	5881
9)	Die Höhe Manzuhara, einige Werst weiter südwestlich	4007

2) Westlicher Rand des Dziroula-Thales.

10)	Die Höhe Dzagaourda	3861
11)	Mittlere Höhe des flachen Rücken zwischem dem Dziroula- und Quirilathale, 6 Werst südwestlich von der Peranga. Tertiärschichten, mit Quadrupedenresten in beinahe horizontaler Lagerung auf geschichteten Trümmerbildungen von Labrador und Pyroxenführenden thonreichen Gesteinen	3002
12)	Flach gewölbte Granithöhe Goradzviri, östlich vom Weiler Korbouli	2896
13)	Dorf Korbouli. Tertiäre Kalke, unmittelbar auf Granit gelagert, mit grossen fleischrothen Feldspathmassen.	
14)	Weiler Bachioti, nördlich von Korbouli . . . . . Tertiärschichten, unmittelbar auf Granit, durch ein kleines Erhebungsthal aufgeschlossen, dessen Längenachse in der Richtung des Perangasystems von 4^h (SW. — NO.) liegt.	2423

3) Thalboden der Dziroula.

15) Niveau der Dziroula, nicht weit von ihrem Ursprung unterhalb Dzagacurdaberg (Metaphyr) . . . 2970
16) Niveau der Dziroula, sechs Werst südöstlich von Korbouli, im Granit eingesenkt 2089
17) Niveau der Dziroula, unterhalb des Dorfes Golissi, ohnweit des Eintritts der Sakbula 1560

Die Entfernung zwischen den Orten No. 15 und 17 beträgt etwa 23 Werst, mithin hat der Flusslauf der Dziroula auf dieser Strecke einen aproximativen Fall von 66 Fuss auf 1 Werst.

c) *Höhenpunkte, zur Bestimmung der Niveauverhältnisse des sanftgewölbten Flachlandes von Satseretlo auf granitischer Basis.*

1) Zwischen Dziroula und Quirila.

18) Molassenhöhe. Dorf Itwissi, $2^1/_2$ Werst südwestlich von der Quirila und sechs Werst südwestlich von Satzcheri 2197
19) Dorf Zweri auf der Molasse, 16 Werst südwestlich von Satzcheri 2302
20) Auf dem Grunde des Flussthals des Satsalikewi, in Kreideschichten eingesenkt zwischen den Dörfern Zweri und Soplebi. 1519
21) Dorf Machatubani auf der rechten Thalhöhe der Dziroula. 1130
22) Granitplateau auf der Höhe der rechten Thalseite der Dziroula 1940
23) Gegenüber auf der linken Dziroulaseite Dorf Schrascha. (Granit) 1589
24) Dorf Ziplawaki auf dem Granit auf dem linken Thalrande der Quirila, 4 Werst vor ihrer Vereinigung mit der Tschkherimela bei Schorapana. 1513

2) Boden des Quirila-Thals.

25) Dschala am Vereinigungspunkt der Quirila mit dem Schuschafluss. Die Quirila tritt hier aus den bewaldeten Engthälern, die zum Syrchlaberta und

nach Erzo hinaufführen, in das flache Hochthal von Satzcheri, im Kreise Satseretlo, 8 Werst westlich von der Peranga 1596

26) Niveau der Quirila, 7 Werst weiter westlich unterhalb Satzcheri 1317

27) Niveau der Quirila bei Boslebi (Granit) 731

Die Entfernung von Dschala bis Boslebi beträgt 35 Werst, mithin ist der Fall der Quirila auf dieser Strecke etwa $24^1/_2$ Fuss auf 1 Werst.

d) *Höhenpunkte auf der rechten Seite der Quirila.*

28) Stadt Satzcheri 1534

29) Höhe des Burgfelsens Modanache bei Satzcheri . . 2379

Steil aufgerichtetes Riff der Kreidekalke, an welchem sich Melaphyre und Mandelsteine empordrängen. — Streichen der Schichten $3^1/_2{}^h$ (SW.—NO.). Einfallen NW.

30) Flussbett der Djroudschūlă, einige Werst vor ihrer Einmündung in die Quirila 1281

31) Kloster Djroudschi, 9 Werst nördlich von der Quirila 2084

e) *Höhenpunkte auf der Ostseite des karthli-imeretinischen Gränzgebirges.*

32) Dorf Dzagina, Molassensandsteine, Streichen 3^h, SW. — NO., Einfallen gegen NW., 13 Werst östlich von der Dziroula 2829

33) Zchinwall[15]), am Austritt der Liachwa auf die grosse Hochebene, 28 Werst östlich von der Dziroula . . 2616

34) Austritt des Kur aus der Schlucht von Bordjom auf die karthalinische Hochebene 2017

35) Stadt Gori am Vereinigungspunkt der Liachwa und des Kur 1738

Die Entfernung von den Orten No. 34 und 35 beträgt 42 Werst, mithin ist der Fall der Kura auf dieser Strecke etwa 6,5 Fuss.

---

15) Der grusinische Name ist Ztschinwali.

f) *Höhenpunkte im Süden des Systems von Lichi und Rikola.*

Flussthal der Tschkherimela.

36) Passhöhe von Suram auf Kreideschichten 2860
37) Poststation Maliti 1394
38) Poststation Belagor 774
39) Poststation Quirila 458

Die Quirila tritt hier aus einem Bette von Tertiärschichten in die colchische Ebene.

40) Poststation Simoneti 294

Entfernung von dem Orte der No. 36 bis zu dem der No. 39: 40 Werst, mithin hat die Tschkherimela im Mittel einen Fall von 60 Fuss auf 1 Werst.

Von der Poststation Quirila bis zum Ufer des schwarzen Meeres beträgt die Entfernung in gerader Linie 118 Werst; die Abdachung der colchischen Ebene beträgt somit im Durchschnitt nur 3,9 Fuss auf 1 Werst.

(Aus dem *Bull. phys.-math.* *T. IX. No.* 1 — 3.)

Rechnung auf Höhen pariser Fuss.

Tab. 1.

Tiflis 1849.

Monate	Mittl. Temp.	Feuchtigk. e'' engl. Lin.	$\frac{e''}{e}$	Nie… sch… E… Z…	Jahreszeiten t	e''	$\frac{e''}{e}$	Nieder-schläge	Herrs. Winde auf 1000.
Januar	— 0,93	1,34	0,80	0	2,47 (Winter)	1,68	0,74	Nicht beob.	W. 409
Febr.	+ 0,78	1,43	0,78	0					W. 399
März	6,41	2,09	0,68	3					N. 383
April	10,01	2,52	0,59	0	9,80 (Frühl.)	2,56	0,61	3,669	SO. 344
Mai	14,19	3,77	0,66	3					N. 283
Juni									N.
Juli	21,03	6,66	0,68	0,995	19…	4,16	0,50	2,740	
Aug.	20,53	6,73	0,73	0,852	(Son…				
Sept.	15,56	5,12	0,78	3,604					
Oct.	13,12	4,83	0,84	5,440	1…				
Nov.	6,79	2,91	0,82	0,680	(Her…				
Dec.	3,59	2,24	0,88	4,980	Jahr…				
Mittel	10,49	3,87	0,78	19,210	10…				

Alexandropol	4521	15,09	3,51	0,58
Schuscha	3628	14,61	0	0
Erivan	2972	18,21	4,16	0,50
Nachitschevan	2630	20,40	0	0

…sen vulkanischen Massenerhe-

…rbent.

Erdbeben in Derbent am 27. No… Professor Georg Kieser ausgeführt.

Starkes Erdbeben am 27. Decbr. … T. = 7. t = 3,1. t' = 2,9.)

Um 2 Uhr [illegible] 26. früh (27 Zoll 2,60 … T. = 6. t = 3,2. t' = 2,5.)

sind Reaumur, alle absolute Höhen pariser Fuss.

Aralich 1849.

Absolute Höhe 2438. — Latit. 39° 42′.

Mittl. Temp.	Feuchtigk. e″ engl. Lin.	Feuchtigk. e″/e	Niederschläge. Engl. Zoll.	Jahreszeitenmittel t	Jahreszeitenmittel e″	Jahreszeitenmittel e″/e	Herrs. Winde auf 1000
— 2,04			Nicht beob.	— 0,24		Nicht beobachtet.	NW. 392
0,19							NW. 407
4,49							NW. 532
10,90			0,345	9,97			SO. 489
14,51			1,488				W. 212
17,69			0,560				NW. 339
20,83			1,105	20,01		1,745	NW. 588
21,51			0,080				NW. 404
14,95			0,675				NW. 248
9,78			0,139	9,31		0,895	W. 250
3,19			0,000				W. 259
1,12			0,535				W. 260
9,76				9,76			

1. Erivan 1844, 1845 und 1849.

Absolute Höhe 2972. — Latit. 40° 10′.

17,90		4,83	0,48	16,12	3,52	0,52	0,670	NO. 468
19,75	19,71	4,57	0,35	19,45	4,44	0,46	0,965	NO. 673
21,50	Somm.-mittel.	4,16	0,57	19,16	4,52	0,53	1,405	NO. 486
17,74		4,06	0,46					
00	11,22			Sommermittel für 1849:				
	Herbst-	Die Psychrometer beob-		t	e″	e″/e		

Sämmtliche Werthe für e″ [illegible] chtungsmateriale ohne Zuziehung der
hrometerstände nach den Tabel[illegible] ie Fehler gestaltet sich nach Maass-
ple einiger Beispiele aus der W[illegible]

[illegible]ni. 24. Dec. 11. Februar.

	e″	e″	$\frac{e}{e}''$	e″	$\frac{e}{e}''$
Juni 1 bis 5, Decem[illegible]					
Berechnet e = (e′ —	0,57	0,37	0,72	0,79	0,82
Nach den Tabellen be	0,57	0,34	0,72	0,72	0,86

Tab. 12. *B*[illegible] 1849.

[illegible]unde 7 in Aralich 1849.

Minima mit dem Thermome[illegible]

Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	[illegible]	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
— 25,4	— 21,2	— 19,6	— 3,7	+ 0,7	[illegible]	13,2	16,1	8,1	0,2	— 6,5	— 5,1

Minima mit dem Ther[illegible]m Thermometrograph 1849.

— 4,8	— + 0,0	— + 0,0	2,1	6,8	[illegible]	12,5	11,7	6,9	5,6	— 1,0	+ 1,0

Minima mit dem Ther[illegible]m Thermometrograph 1848 *).

— 9,2	— 9,3	— 1,3	— 2,8	8,8	[illegible]	10,0	8,9	5,5	5,9	1,7	— 6,6

*) Eine Pflanzung von me[illegible]sung Sr. Exl. des Fürsten Statthalter
vor zwei Jahren versuchsweise[illegible] Winters von $18\frac{4}{4}$ völlig zu Grunde.

Alexandropol	4321	15,09	3,01	0,38	
Schuscha	3628	14,61	0	0	[illegible]en Vulkanischen Massengebir-
Eriwan	2972	18,34	4,16	0,56	
Nachitschewan	2630	20,40	0	0	
Araxes	2438	20,01	0	0	[illegible]rbene.
Tiflis	1300	18,37	4,95	0,69	
Radutskalo	0	17,56	6,15	0,81	[illegible]ept. Oct. Nov. Dec.
Kutais	446	18,11	6,67	0,89	
Batum	0	20,18	6,73	0,74	[illegible]NO. SO. SW. NO.
Lenkoran	0	19,65	6,45	0,71	[illegible]° 12′ 56° 18′ 28° 4′ 56° 18′
Derbent	168	19,60	6,28	0,69	[illegible]56 : 1 1,61 : 1 0,83 : 1 2,06 : 1

f) *Höhenpunkte im Süden des Systems von Lichi und Rikola.*

Flussthal der Tschkherimela.

36) Passhöhe von Suram auf Kreideschichten 2860
37) Poststation Maliti 1394
38) Poststation Belagor 774
39) Poststation Quirila 458

Die Quirila tritt hier aus einem Bette von Tertiärschichten in die colchische Ebene.

40) Poststation Simoneti 294

Entfernung von dem Orte der No. 36 bis zu dem der No. 39: 40 Werst, mithin hat die Tschkherimela im Mittel einen Fall von 60 Fuss auf 1 Werst.

Von der Poststation Quirila bis zum Ufer des schwarzen Meeres beträgt die Entfernung in gerader Linie 118 Werst; die Abdachung der colchischen Ebene beträgt somit im Durchschnitt nur 3,9 Fuss auf 1 Werst.

(Aus dem *Bull. phys.-math.* T. IX. No. 1 — 3.)

Rechnung auf Höhen pariser Fuss.

Tab. 1.

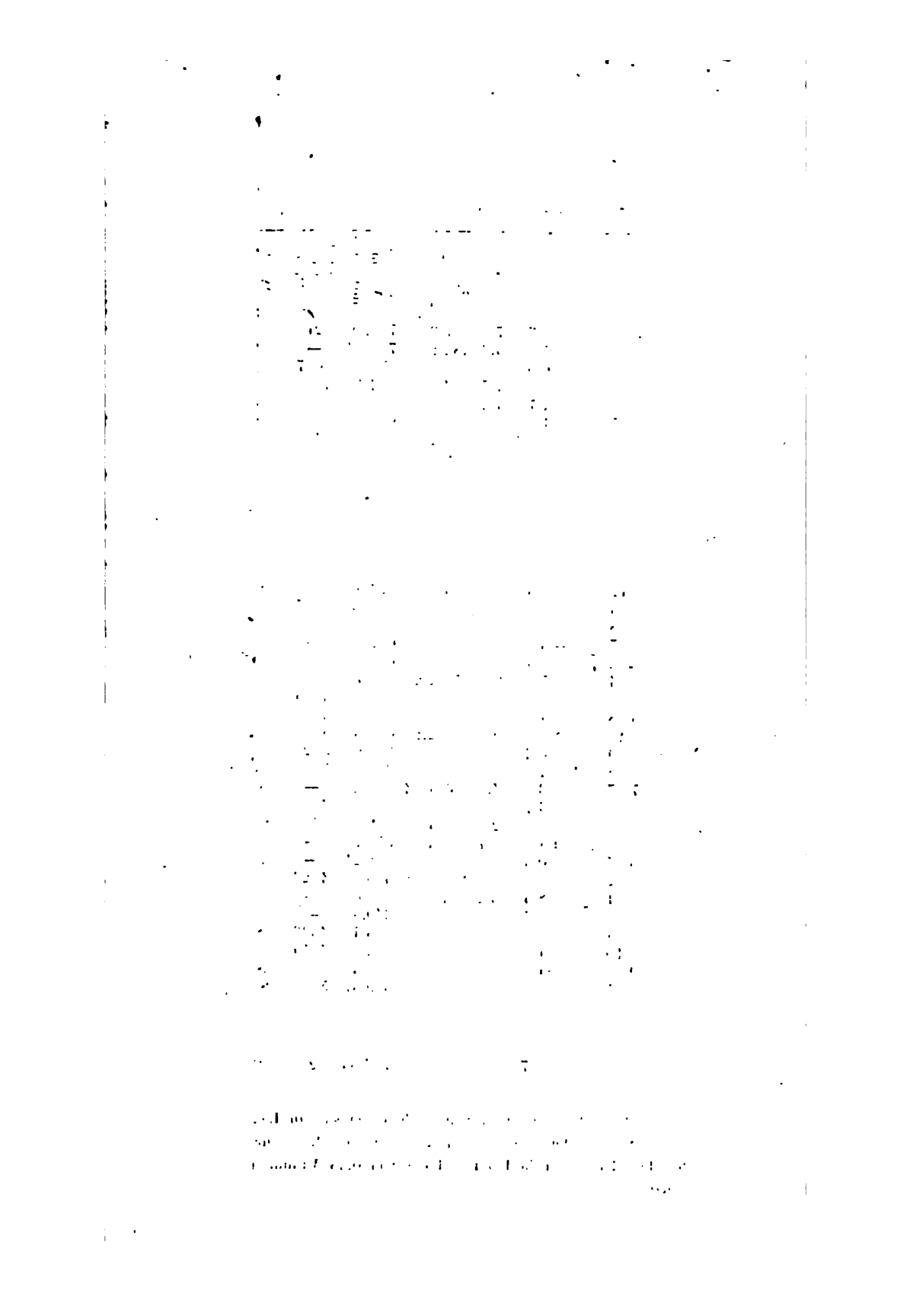
Tif. 1849.

Monate	Mittl. Temp.	Feuchtigk. e'' engl. Lin.	e''/e	Nied. sch. Er. Z.	Jahreszeiten t	e''	e''/e	Nieder-schläge	Herrs. Winde auf 1000.
Januar	— 0,93	1,34	0,80	0	2,47 Winter	1,68	0,74	Nicht beob.	W. 409
Febr.	+ 0,78	1,43	0,78	0					W. 399
März	6,41	2,09	0,68	3					N. 385
April	10,01	2,52	0,59	0	9,80 Frühl.	2,56	0,61	3,669	SO. 344
Mai	14,19	3,77	0,66	3					N. 283
Juni									
Juli									

Alexandropol	4521	15,09	3,51	0,58				
Schuscha	3628	14,61	0	0				
Erivan	2972	18,21	4,16	0,50				
Nachitschevan	2630	20,40	0	0				
Juli	21,03	6,66	0,68	0,995	19	4,16	0,50	2,740
Aug.	20,53	6,73	0,73	0,852	(Som.			
Sept.	15,56	5,12	0,78	3,604				
Oct.	13,10	4,83	0,84	5,440	14			
Nov.	6,79	2,91	0,82	0,680	(Herb.			
Dec.	3,59	2,24	0,88	4,980	Jahr			
Mittel	10,49	3,87	0,78	19,210	10			

... in der wärmeren ... sen vulkanischen Massenerhe- ... rbent.

Erdbeben in Derbent am 27. No... sor Georg Kieser ausgeführt.
Starkes Erdbeben am 27. Decbr. ... T. = 7. t = 3,1. t' = 2,9.)
Um 2 Uhr ... 26. früh ... 27. Zoll 2,60 ... T. = 6. t = 3,2. t' = 2,5.)



MÉLANGES
PHYSIQUES ET CHIMIQUES

TIRÉS DU

BULLETIN PHYSICO-MATHÉMATIQUE

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

ST.-PÉTERSBOURG.

Tome I.

3^me^ LIVRAISON.

(Prix: 50 Cop. arg. — 16 Ngr.)

St.-Pétersbourg,
de l'Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
1852.

Se vend chez MM. *Eggers* et *Comp.*, libraires, Commissionnaires de l'Académie, Perspective de Nevsky, No. 1/10, et à Leipzig, chez M. *Léopold Voss.*

CONTENU.

Page.

G. v. Helmersen. Ueber den artesischen Brunnen in der Westbatterie bei Reval 199

Alexander Petzholdt. Untersuchung der „schwarzen Erde“ (Tschernosem) des südlichen Russlands 206

M. Hess. Note sur la chaleur de fusion de la glace, et sa capaticité pour la chaleur 220

E. Lenz. Beitrag zur Bestimmung der in St. Petersburg verdunstenden Wassermenge 226

M. Jacobi. Note sur le procédé imaginé par M. Peschel pour produire des copies d'images daguériennes par la voie galvanoplastique..... 239

O. Döpping. Ueber die Einwirkung der schwefligen Säure auf einige Kupferoxydsalze 242

J. Fritzsche. Ueber das Vorkommen von Vanadin in den Permschen Hüttenprodukten, und die Darstellung reiner Vanadinsäure..... 246

Le même. Ueber salpetrige Säure..... 256

M. Jacobi. Sur la théorie des machines électromagnetiques.... 260

Le même. Note préliminaire sur la mesure du courant galvanique par la décomposition du sulfate de cuivre..... 289

A. Sawelieff. Kurzer Bericht über magnetische Beobachtungen und geographische Ortsbestimmungen, angestellt im Jahre 1850 auf einer Reise von Kasan nach Astrachan..... 293

G. v. Helmersen. Versuche die relative Wärmeleitungsfähigkeit einiger Felsarten zu ermitteln..... 299

E. Lenz. Ueber die Leitung des galvanischen Stromes durch Flüssigkeiten, wenn der Querschnitt derselben verschieden ist von der Fläche der in sie getauchten Electroden..... 301

$\frac{4}{13}$ März 1850.

Ueber den Artesischen Brunnen in der Westbatterie bei Reval; von G. v. Helmersen.

Nordwestlich von Reval, in geringer Entfernung von der Stadt und dessen Hafen, liegt, dicht am Meeresufer, ein grosses Aussenwerk, die Westbatterie genannt. Die Garnison desselben war genöthigt sich das Trinkwasser aus ziemlich weit entfernten Brunnen zu holen, ein Umstand, der bei einer etwanigen Belagerung verderblich werden konnte. In der Hoffnung diesen Uebelstand für immer zu beseitigen, ward im Mai 1842 auf dem inneren Hofe des Festungswerks das Bohren eines Artesischen Brunnens begonnen, und unter mancherlei Schwierigkeiten und Unfällen, die bei dieser Arbeit nie zu vermeiden sind, drei Jahre hindurch beharrlich fortgesetzt, bis mit der Tiefe von 300 Fuss engl. vom Tage, eine reichliche Ader wohlschmeckenden, gesunden Wassers aufgeschlossen war, das eine Temperatur von 6° Reaum. hat und $3\frac{1}{2}$ Fuss über den gewöhnlichen Stand des Meeresspiegels aufsteigt. Da nun der Hof der Westbatterie 7 Fuss über dem Meeresniveau liegt, so erhebt sich der Wasserstrahl freilich nicht ganz bis an die Oberfläche, giebt aber, bei der geringen Tiefe von $3\frac{1}{2}$ Fuss, einen bequemen Ziehbrunnen. So war wenigstens der Zustand, als ich den Brunnen im Sommer 1848 in Augenschein nahm. Der Ingenieur-Obrist Stubendorff, dessen erfahrener und einsichtsvoller Leitung die Bohrarbeit bis zu deren Vollendung anvertraut gewesen war, so wie sein Nachfolger, der Obrist

	Mächtigkeit. Fuss.	Zoll.
7. Etwas dunkler gefärbter, fester, bläulicher Thon mit Schwefelkies und grauen Streifen	13	10
8. Gestein wie No. 6	18	9
9. Bläulicher, fetter, aber sehr fester Thon mit grauen Streifen	7	9
10. Derselbe Thon, mit rothen Streifen	4	—
11. Derselbe Thon, noch härter und mit Sand gemengt	3	—
12. Weicher, rother Thon mit bläulichen Streifen	3	—
13. Brauner, fester Thon mit bläulichen Streifen	35	—
14. Röthlich brauner Thon	45	—
15. Blauer Thon	8	—
16. Festes, wahrscheinlich quarziges Gestein	28	—
17. Blauer Thon mit dünnen Lagen lockern, weissen Sandes und jenes mehrmals erwähnten festen Gesteins	53	—
18. Feinkörniger, mit Thon gemengter Sand	8	—
19. Grauer, sehr lockerer Sandstein	1	—
20. Fester, bläulicher Thon mit weissen Streifen und zwei Lagen festen Gesteins wie No. 16	27	6
21. Grobkörniger Quarzsand	3	1
22. Festes Gestein	—	2
23. Grobkörniger Quarzsand, aus welchem das artesische Wasser emporsteigt	5	11
	294	2

vom Boden des Schachtes.

Leider konnte ich in Reval keine Proben der durchsunkenen Gesteine erhalten, mit Ausnahme eines kleinen Stücks, das aus einer jener Schichten heraufgezogen wurde, die in der obenstehenden Tabelle unter dem Namen „festes Gestein“ aufgeführt sind, und alle dieselbe Beschaffenheit haben sollen. Es hat eine grünlich graue Farbe, unebenen Bruch, riecht ein wenig nach Thon, ritzt das Glas schwach und braust, mit Säure

befeuchtet, feinkörnig, aber ziemlich anhaltend. Mit der Lupe bemerkt man fein eingesprengten Schwefelkies und grüne Körner, die Chlorit sein könnten. Lehrreicher wäre es gewesen, Proben von den beiden tiefsten Sandschichten zu erhalten.

Nach einer mündlichen Mittheilung des Obrist Reinhard muss ich vermuthen, dass dieser Sand, dessen Quarzkörner die Grösse kleiner Erbsen erreichen, auch Feldspathkörner enthält. Ist dieses der Fall, so dürfte dieser Sand ein zerstörter Granit sein und vielleicht unmittelbar auf Granit aufliegen, von dem man ja kaum bezweifeln kann, dass er unsern Baltisch-Silurischen Schichten zur Unterlage dient. Jedenfalls ist es von Belang zu wissen, dass dem bis 300 Fuss Tiefe durchbohrten Thon ein grobkörniger Sandstein folgt, der hier, wie in Schweden und Norwegen, die tiefste bis jetzt aufgeschlossene Schicht des Silurischen Systems bildet, und in Scandinavien unmittelbar auf Granit und Gneiss zu lagern pflegt.

Wer die geologischen Bedingungen kennt, unter welchen artesisches Wasser erhalten werden kann, weiss, dass die Schichten, welche die Bohrbrunnen fortdauernd mit Wasser speisen, nicht etwa eine geringe örtliche Verbreitung haben, sondern sich ohne Unterbrechung sehr weit ausdehnen müssen, um die bedeutende Menge des unterirdischen Wassers in sich aufnehmen zu können. Hätten sie diese Ausdehnung nicht und stellten sie, so zu sagen, nur Nester dar, die mit der Erdoberfläche in Verbindung stehen, so würde die geringe Wassermenge, die sie in diesem Falle erhalten und aufnehmen könnten, nicht hinreichen, um das in sie niedergebrachte Bohrloch fortdauernd und reichlich zu speisen. Man darf also auch aus diesem Grunde annehmen, dass die bei Reval erbohrte wasserhaltige Sandschicht eine weite Verbreitung habe und in der ganzen Erstreckung unserer untern Silurischen Gruppe vorhanden sein werde. Die vollkommenste Identität und Continuirlichkeit der Schichten von Baltischport über Reval, Narva, St. Petersburg bis an den Ladogasee ist durch vergleichende Untersuchungen unumstösslich erwiesen. Und in der That erscheinen bei Pawlowsk und an den Ufern der Tosna die Schichten von Reval genau in derselben Ordnung und von einerlei Beschaffenheit wieder. Wie bei Reval, so erscheint

auch bei St. Petersburg der blaugrüne, plastische Thon als die Basis der Gruppe und verbreitet sich bis an das Meeresufer.

Das ganze Delta der Newa mit seinen Anschwemmungen von Lehm, Sand und Gerölle liegt unmittelbar auf diesem Thone, und man hätte ihn nur zu durchbohren um etwa in demselben Tiefe, wie bei Reval, auf eine wasserhaltige Sandschicht zu stossen, aus der das Wasser, im glücklichen Falle, bis an die Oberfläche steigen würde. Von absoluter Gewissheit kann hier freilich keine Rede sein, aber doch von nicht geringer Wahrscheinlichkeit. Ich brauche nicht zu sagen von welcher Wichtigkeit solche Brunnen für diejenigen Theile der Hauptstadt sein würden, die so empfindlichen Mangel an gutem Trinkwasser leiden. Der Versuch, bei uns artesisches Wasser zu erbohren, scheint wenigstens durch geologische Gründe hinlänglich gerechtfertigt zu sein.

" Mit den Bohrlöchern, welche vor einer Reihe von Jahren in Zarskoje-Selo und beim Forstinstitute auf der Wiburger Seite niedergebracht wurden, blieb man theils im Diluvio, theils im plastischen Thon stehen, ohne ihn bis zur Sohle zu durchsinken, wie das deutlich aus den damals geführten Bohrjournalen zu ersehen ist. Das Bohrloch bei dem Forstinstitute wurde bald nach seinem Beginne und bei geringer Tiefe wieder aufgegeben, weil unzählige erratische Blöcke den Boden erfüllten und die Arbeit gar zu schwierig machten. In Zarskoje-Selo aber gelangte man vom 2ten Sept. 1832 bis zum Dec. 1833 bis in die Tiefe von 431 Fuss engl.; hier brach der Bohrapparat und die Arbeit ward eingestellt, weil deren Hauptzweck erreicht war, der darin bestand, die Officiere und Soldaten einer Abtheilung von Festungsingenieuren mit dem Bohrverfahren bekannt zu machen. Der Bohrplatz in Zarskoje-Selo liegt mindestens 200 Fuss über dem Spiegel des Finnischen Meerbusens. Bei 84 Fuss Tiefe hatte man nicht nur das Diluvium, sondern auch den Orthoceratitenkalk, den grünen Sandstein, Brandschiefer und Ungulitensandstein durchbohrt und den plastischen Thon erreicht, in welchem man nun noch 347 Fuss niederging, ohne Wasser zu erhalten, aber auch ohne den unterliegenden Sand erreicht zu haben. Der Thon liegt

bei St. Petersburg nicht nur bedeutend höher als bei Reval, sondern er ist offenbar auch mächtiger entwickelt.

Nach der in der Westbatterie zu Reval gemachten Erfahrung darf man glauben dass der Bohrer in Zarskojé-Selo nur um ein Geringes tiefer getrieben zu werden brauchte, um die untere Sandschicht zu erreichen und vielleicht Wasser zu erhalten. In St. Petersburg würde man die Sandschicht wahrscheinlich bei geringerer Tiefe erbohren, da der Bohrplatz hier fast 200 Fuss tiefer liegen, also auch der Sandschicht näher sein würde.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. IX, No.* 4.)

$\frac{6}{18}$ September 1850.

Untersuchung der «schwarzen Erde» (*Tschernosem*) des südlichen Russlands; von Professor ALEXANDER PETZHOLDT.

Bei der besseren Einsicht, welche wir in der neueren Zeit in die Bedeutung des Bodens für die Pflanzenernährung erlangt haben, konnte es nicht fehlen, dass sich die Zahl der Bodenuntersuchungen sehr vergrösserte, und zwar nicht nur indem man früher noch nicht untersuchte Bodenarten jetzt einer genauen Prüfung unterwarf, sondern auch indem man viele Bodenarten, die bereits früher ihren Untersucher gefunden hatten, abermals analysirte; zumal eine solche Revision um so nöthiger erschien, als die Fortschritte der analytischen Chemie, so wie des Verfahrens mit dem Mikroscope zu untersuchen, jedenfalls gestatteten, heut zu Tage Bodenanalysen anzustellen, deren Brauchbarkeit viel grösser war, als die Mehrzahl der älteren Bodenuntersuchungen.

Unter solchen Umständen darf es daher nicht befremden, wenn wir in dem Zeitraume der letztverflossenen 13 Jahre auf mehrfache Untersuchungen des im südlichen Russland so weit verbreiteten äusserst fruchtbaren Bodens, der sogenannten «Schwarzerde» (*Tschernosem*), stossen, indem zuerst im Jahre 1837 eine Untersuchung dieses Bodens von Hermann in Moskau erschien (vgl. Journal für practische Chemie von Erdmann, Bd. XII. S. 277 ff.), an welche sich später die

Arbeit von Phillips und Payen (vgl. *the Geology of Russia in Europe, by Murchison etc. Vol. I. pag. 559 sqq.*) und zuletzt die von Schmid in Jena (vgl. *Bulletin phys. mathém. T. VIII. pag. 162 sqq.*) anschloss.

Obschon nun unsere Kenntniss des *Tschernosem* durch die genannten Arbeiten und zumal durch die Schmid's, welche allen Anforderungen an eine tüchtige Bodenuntersuchung entspricht, sehr gefördert worden ist, so erscheint mir aber doch damit die Untersuchung des *Tschernosem* noch keineswegs abgeschlossen, da nach Schmid's eigenem Ausspruche in den seiner Abhandlung angehängten Schlussfolgerungen aus der chemischen Zusammensetzung des Bodens weder die Ursache seiner hohen Fruchtbarkeit, noch etwas, was auf seine Entstehung ein klares Licht wirft, hervorgeht. Bei solcher Sachlage hielt ich mich für hinreichend veranlasst, den *Tschernosem* abermals einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen, zumal sich mir schon von vorn herein gewisse Haltpunkte darboten, welche auf die Möglichkeit einer gewissen Lösung der hierher gehörigen Fragen hinweisen.

Als ich nämlich im Jahre 1849 eine Reise in die russischen Gouvernements Räsan, Tambow, Pensa, Saratow, Kasan u. s. w. unternahm, wo, bei der grossen Verbreitung, welche der *Tschernosem* in den genannten Gouvernements zeigt, sich überall reiche Gelegenheit darbot, den allgemeinen Einfluss, welchen dieser Boden auf die Vegetation ausübt, so wie seine Lagerungs- und andere Verhältnisse zu studiren, so konnte ich recht wohl beobachten, dass der *Tschernosem* unter übrigens gleichen klimatischen Verhältnissen doch nicht überall die gleiche Fruchtbarkeit besitze. Wenn ich nun überlegte, dass die Fruchtbarkeit des Bodens bei sonst günstigen klimatischen Verhältnissen abhängig ist von der Mächtigkeit der Ackerkrume, von der Beschaffenheit des Untergrundes, von der Lage und, damit zusammenhängend, von der Bodenfeuchtigkeit, vor allen aber von der chemischen Zusammensetzung, und wenn ich dann beobachtete, dass an verschiedenen Orten, bei gleicher Mächtigkeit des *Tschernosem* (so dass der fremdartige, in verschiedenen Gegenden verschiedene Untergrund auf die eigentliche Ackerkrume von keinem Einfluss sein

konnte), bei gleicher Lage, so wie bei gleichen Feuchtigkeitsverhältnissen dennoch eine verschiedene Fruchtbarkeit sich zeigte, so blieb nichts übrig, als eine Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung des Bodens als den Grund dieser Erscheinung zu vermuthen, obschon die äusseren physicalischen Eigenschaften des *Tschernosem*, wie z. B. Farbe, Consistenz u. s. w., so weit ich ihn an von einander sehr entlegenen Punkten kennen gelernt habe, überall dieselben schienen.

Ich theile daher im Nachstehenden die Resultate meiner Untersuchung von *Tschernosem* mit, welche einem Gute im Tambow'schen Gouvernement entnommen wurde, und gedenke durch Zusammenstellung dieser von mir gewonnenen Resultate mit den von Schmid, Payen und Hermann erlangten zu zeigen, dass der, verschiedenen Gegenden angehörige *Tschernosem* verschieden ist, so wie denn auch die Untersuchung dieses *Tschernosem* weder die Frage nach den Ursachen seiner hohen Fruchtbarkeit, noch nach der Art seiner Entstehung unbeantwortet lässt.

Der von mir untersuchte *Tschernosem* stammt von einem Uwaroff'schen Gute des Kreises Kirsanow im Gouvernement Tambow. Er ist in den nachfolgenden Tabellen unter *A*, *B*, *C* aufgeführt, und zwar bezeichnet

A. einen gedüngten *Tschernosem*, auf welchen man Hanf, Mohn, Kartoffeln, Kohl und andere Gemüse baut.

B. ist *Tschernosem* eines niemals gedüngten Graslandes, und zwar aus einer solchen Tiefe genommen, bis zu welcher die Wurzeln der Pflanzen nicht herabdrangen, also durchaus jungfräulicher Boden.

C. endlich ist ebenfalls niemals gedüngter *Tschernosem*, jedoch von der Oberfläche eines Feldes entnommen, welches stets, so weit man sich dessen entsinnen kann, nach den Regeln der Dreifelderwirthschaft (aber ohne Düngung) benutzt wurde.

Mechanische Untersuchung des *Tschernosem*.

Alle drei Bodenarten besitzen trocken eine dunkelgraubraune, feucht dagegen eine braunschwarze Farbe. Sie be-

stehen aus grossen und kleinen Brocken, mit vielem sehr feinem Staube untermengt, und zwar zeigen die grossen wie kleinen Brocken im trockenen Zustande eine sehr bedeutende Festigkeit, da man die grösseren nur mit Anstrengung zerbrechen, die kleineren aber zwischen den Fingern fast gar nicht zerdrücken kann; so wie man sie jedoch anfeuchtet, so zergehen sie alsbald zu einem sehr fett und schlüpfig anzufühlenden Schlamm. Deutlicher Thongeruch fehlt.

Bei allen drei Bodenarten blieb, als man sie dem Schlämmprozess unterwarf, eine geringe Menge sehr feinkörnigen Sandes zurück, der nur selten Gesteinsbrocken von Erbsen- und Bohnengrösse beigemengt enthielt. 1 Kilogramme des Bodens *C* liess beim Schlämmen 31,115 Gr., also 3,11 Procent, solchen mit Gesteinbrocken untermengten Sandes zurück; ein zweiter Schlämmprocess mit *C* angestellt, ergab 5,09 Procent; der Boden *B* gab ein Mal 0,25 Procent, das andere Mal 0,94 Procent; Boden *A*, nachdem Glas, Ziegel, Schlacken, Knochen u. s. w., so weit es sich thun liess, entfernt waren, gab 1,66 Procent. Eine Ausnahme machte natürlich der gedüngte Boden *A*, in welchem schon vor dem Schlämmen grössere und kleinere Stückchen Ziegel, Glas, Schmiedeschlacken, Holz, Kohle, Knochen, Schalen von Haselnüssen u. s. w., offenbar durch die Düngung herbeigeführt, erkannt wurden.

Die weitere mineralogische Untersuchung des beim Abschlämmen zurückgebliebenen Sandes zeigte, zumal unter der Lupe, vollkommen abgerundete Körner, die meistens völlig farblos, durchsichtig und glänzend, hin und wieder mit eben so durchsichtigen, oder auch nur durchscheinenden weissen, milchweissen, gelben, rosenrothen, fleischfarbigen und hellbraunen, immer aber stark glänzenden Körnern gemengt waren; nur äusserst selten stiess man auf solche, welche sich undurchsichtig, braun und schwarz, so wie glanzlos zeigten. Bei der Kleinheit dieser Mineralien war es nicht wohl möglich, von jeder Art eine hinreichende Menge zu isoliren und durch eine besondere chemische Untersuchung ihre mineralogische Beschaffenheit weiter festzustellen; dem Anscheine und ihrer Härte nach gehörte die bei weitem grösste Anzahl zur Quarzfamilie. Unter der Lupe betrachtet, und wohl auch schon bei

den gröberen mit blossem Auge, hatten diese Körnchen das Ansehen von Bergkrystallen, Rosenquarzen, Milchquarzen, Chalcedonen, Carneolen u. s. w., und gewährten bei ihrer wohlabgeschliffenen und glänzenden Oberfläche einen überraschend schönen Anblick.

Die Gesteinbrocken dagegen liessen sich, mit Ausnahme eines einzigen Falles, wo ich ein Stückchen Feldspath fand, sämmtlich als Bruchstücke verschiedener Sandsteinvarietäten erkennen. Bald zeigten sich solche, in denen die Quarzkörnchen (ihrem Ansehen nach identisch mit den lose im abgeschlämmten Rückstande vorkommenden, die Hauptmasse desselben ausmachenden Körnchen) durch ein quarziges Bindemittel verkettet waren, in anderen war dieses Bindemittel Thon, in wieder anderen Eisenoxyd oder Kalk u. s. w. In einigen Fällen wurden durch Kleinheit der Körnchen bei quarzigem Bindemittel die Uebergänge zu Quarzfels und splittrigem Hornstein bewirkt, wie ja solche Erscheinungen, als häufig in den Sandsteinformationen vorkommende, jedem Geognosten hinreichend bekannt sind.

Die eigentlich mikroscopische Untersuchung des Bodens liess neben formlosen undurchsichtigen schwarzen Klumpen (den humosen Substanzen des Bodens angehörig), und neben den so eben beschriebenen mineralischen Körpern, nur noch in *A* und *C* Fragmente von Kieselscelett der Epidermis mehrerer Grüser erkennen; der Boden *B* war frei von solchen Beimengungen.

Chemische Untersuchung des *Tschernosem*.

Der hierbei eingeschlagene Gang der Untersuchung war wesentlich der von Fresenius angegebene. Die durch ein feines Sieb von allen gröberen Theilen getrennten Bodenarten wurden zur Bestimmung der Menge organischer Substanzen, nachdem sie vorher bei 115 — 120° C. getrocknet worden waren, in einer flachen Platinschale bis zur vollkommenen Zersetzung der organischen Körper geglüht; die Glührückstände wurden hierauf mit Salzsäure von 1,12 spec. Gewicht wiederholt übergossen und auf dem Sandbade wiederholt zur

Trockene gebracht, die trockene Masse mit Salzsäure befeuchtet und später mit Wasser bis zur Erschöpfung ausgezogen. Durch Wägung des unlöslichen Rückstandes erfuhr man die Substanzmenge, welche der so behandelte Boden an die Salzsäure und respective an das Wasser abgetreten hatte. Nicht nur die sauren Wasserauszüge wurden nach den bekannten Methoden weiter untersucht, sondern man schloss auch den in Salzsäure ungelösten Rückstand theils mit kohlensaurem Kali und Natrum, theils mit Aetzbaryt in der Glühhitze auf, um eine Einsicht in die chemische Constitution auch dieses Theiles des Bodens zu erlangen. Zur Bestimmung des Chlors wurden möglichst grosse Mengen des schwach geglühten Bodens (30 — 40 Grammen) mit salpetersaurem Wasser behandelt. Jeder Theil der Untersuchung ist wenigstens 2 Mal, und, wenn sich unzulässige Differenzen zeigten, zum 3ten und 4ten Male wiederholt worden, so dass die in den Tabellen aufgeführten Zahlen als Mittelzahlen eine um so grössere Glaubwürdigkeit verdienen.

100 Theile *Tschernosem* enthielten:

	A	B	C
Organische Substanzen (Boden bei 120° C. getrocknet)	18,18 %	9,48 %	8,28 %
Stickstoff (Boden bei 120° C. getrocknet)	0,77	0,33	0,30
In Salzsäure lösliche Substanzen (der Boden vorher geglüht)	18,15	20,59	12,00
In Salzsäure unlösliche Substanzen (der Boden vorher geglüht)	81,85	79,41	88,00

100 Theile der in der salzsauren Lösung befindlichen Substanz des Bodens enthielten:

	A	B	C
Chlor	0,04 %	0,05 %	0,08 %
Schwefelsäure	1,45	0,52	0,76
Phosphorsäure	3,00	0,88	1,50
Kalk	12,91	21,63	7,36
Magnesia	4,52	6,66	4,90
Eisenoxyd	54,50	53,31	78,02
Thonerde	6,11	5,76	
Kali	12,81	6,50	5,30
Natrum	4,80	4,80	3,59
	100,14	100,11	101,51

100 Theile des in Salpetersäure unlöslichen Antheiles des Bodens waren zusammengesetzt aus:

	A	B	C
Kieselerde	86,67 %	90,85 %	88,85 %
Eisenoxyd	1,84	1,93	1,98
Thonerde	5,77	4,99	5,68
Kalk	0,32	0,81	0,55
Magnesia	0,16	Spuren	Spuren
Kali	4,26	1,89	3,50
Natrum	1,76	0,97	1,80
	100,78	101,44	102,36

Hierzu muss ich bemerken, dass die Menge von Kalk und wohl auch von Magnesia, welche der salzsaure Auszug des geglühten Bodens enthielt, zum Theil als kohlensaure und zum Theil als kieselsaure Salze ursprünglich im Boden vorhanden waren, obschon in verschiedenen Verhältnissen. Denn während der geglühte Boden *B* bei der Behandlung mit Salzsäure lebhaft und anhaltend aufbrauste, so wurde diese Erscheinung bei Boden *C* sehr schwach und bei Boden *A* fast gar nicht bemerkt, ein Beweis, dass in *B* viel kohlensaure Salze, in *C* dagegen nur wenig und in *A* fast gar nicht vorhanden waren, so dass also die bei *C* und *A* gefundenen Kalk- und Magnesiamengen grösstentheils von durch Salzsäure zer-

		III.	IV.	Payen.
Organische Substanzen bei 120° C. getrockn		5,75 %	8,62 %	6,95 %
Stickstoffgehalt (Boden b C. getrocknet)		0,33	0,48	0,17
Menge, welche der g Boden an Salzsäure a		5,15	7,27	14,82
Menge, welche in Sa unlöslich ist		94,85	92,73	85,22
in Salzsäure löslich	Chlor			
	Schwef			
	Phosph		0,12	
	Kalk	0,24	0,88	0,88
	Magne	0,18	0,56	1,05
	Eisen-			
	ganc	2,96	3,14	6,05
	Thone	1,80	1,34	5,41
	Kali	0,31	0,25	0,82 [1]
	Natrun	0,12	0,10	
in Salzsäure unlöslich	Kiesel	84,21		76,90
	Eisena	7,58		
	Thone			6,83
	Kalk	0,97	92,73	Spuren
	Magne	0,59		0,26
	Kali	0,86		
	Natrus	0,20		
		100,02	99,12	98,20

1) Payen führt um darin enthalten war; um nun doch seine Angaben mit derig, als anzunehmen, es sei nur Chlorkalium gefunden word Werthe von 0,82 % in obige Tabelle aufnahm.

setzten Silicaten herrühren. Ferner ist in Betreff des Eisenoxydes zu erinnern, dass ein Theil desselben ursprünglich als Eisenoxydul vorhanden war, welches sich während der Untersuchung des Bodens höher oxydirte. Die Vernachlässigung der Bestimmung kohlensaurer Salze musste nothwendig bei der Zusammenrechnung einen kleinen Verlust, die Vernachlässigung der Bestimmung des Eisenoxyduls einen kleinen Ueberschuss bedingen; der Vernachlässigung beider Umstände habe ich es aber zu verdanken, dass bei der Addirung der Summen der in 100 Theilen enthaltenen Bestandtheile die Rechnung nahezu stimmt.

Vergleichende Zusammenstellung meiner Resultate mit denen anderer Forscher.

Ehe ich mich darauf einlasse, meine Schlussfolgerungen aus den vorstehend mitgetheilten Analysen zu ziehen, mag es der besseren Uebersicht wegen nützlich sein, in den nachfolgenden Tabellen die Resultate meiner Untersuchung mit den Ergebnissen der Untersuchung des *Tschernosem* Seitens anderer Forscher in eine vergleichende Zusammenstellung zu bringen.

Die Buchstaben *A*, *B*, *C* behalten die oben schon angeführte Bedeutung, sie beziehen sich auf den von mir untersuchten *Tschernosem* aus dem Tambow'schen Gouvernement; die stehenden römischen Zahlen I, II, III und IV beziehen sich auf den von Schmid untersuchten *Tschernosem* des Orel'schen Gouvernements, und zwar ist I, II und III jungfräulicher Boden (I unmittelbar unter dem Rasen, II vier Werschok tiefer und III unmittelbar über dem Untergrunde genommen; IV ist die Krume eines ungedüngten Ackerfeldes); die liegenden römischen Zahlen *I*, *IIa*, *IIb* beziehen sich auf Hermann's Untersuchung des *Tschernosem* aus dem Räsan'schen Gouvernement (*I* ist Schwarzerde, die noch nicht der Cultur unterworfen worden war, *II* Schwarzerde, die, ohne gedüngt worden zu sein, durch vieljährige Cultur erschöpft, schon merklich an Feuchtigkeit verloren hatte, und zwar gehört *IIa* den oberen Schichten eines Feldes, *IIb* den unteren Schichten ei-

nes Feldes an, aus einer Tiefe von 7 Werschok genommen; bis wohin die Pflugschar nicht mehr dringt). Die mit »Payen« überschriebenen Rubriken bezeichnen den von diesem Gelehrten untersuchten *Tschernosem*, wobei nur zu bedauern ist, dass ich die Angabe des Ortes, von woher dieser Boden genommen wurde, nicht zu ermitteln vermochte. (S. die hier beigelegte Tabelle.)

Die Analysen des *Tschernosem* von Hermann konnten leider wegen der bei ihnen befolgten Methode der Untersuchung, so wie wegen ihrer geringen Vollständigkeit nicht mit in die vorstehende Tabelle aufgenommen werden; daher, um auch mit ihnen einen Vergleich möglich zu machen, noch eine andere Zusammenstellung versucht werden musste, eine Zusammenstellung, welche ich um so weniger unterdrücken möchte, als aus ihr noch besser als aus den bereits gegebenen Tabellen die eigentlich mineralogisch-chemische Constitution des Bodens erschlossen werden mag.

Untersuchung des geglühten *Tschernosem* (als Ganzes).

	A.	*B.*	*C.*	III.	Payen	*I.*	*II. a.*
Kieselerde. . .	70,94	72,14	78,18	84,21	76,90	81,83[1])	81,43[2])
Eisenoxyd und Thonerde. .	17,23	17,54	16,09	12,34	18,29	16,82	16,09
Kalk.	2,60	5,09	1,36	1,21	0.88	1,01	1,06
Magnesia. . . .	0,95	1,37	0,58	0,77	1,31	0,00	0.88
Kali	5,81	2,83	3,71	1,17	0,82		
Natrum.	2,31	1,75	2,01	0,22			
	99,84	100,72	101,93	100,02	98,20	99,67	99,46

Schlussfolgerungen.

1) Der von mir untersuchte, von einem Uwaroff'schen Gute im Kreise Kirsanow im Gouvernement Tambow herstammende

2) 3) Kieselerde und Sand.

Tschernosem ist mineralogisch verschieden von jenem *Tschernosem*, welcher, von einem Gute des Orel'schen Gouvernements herrührend, durch Schmid untersucht worden ist.

Schmid sagt in seiner oben citirten Abhandlung (S. 164): «Die Bodenproben bestehen aus staubendem Pulver und rundlichen Knollen, die leicht zu einem feinen Pulver zerdrückt werden können. Das Pulver fühlt sich milde an; reibt man es mit dem Finger auf Glas, so wird dieses nicht matt, selbst wenn man einen kräftigen Druck anwendet.» — — «Bei mikroscopischer Untersuchung verhalten sich alle 4 Proben in gleicher Weise. Sie bestehen zum grösseren Theile aus unregelmässigen, völlig unkrystallinischen Bruchstücken einer farblosen Mineralsubstanz, im Durchmesser höchstens von 0″,04, zum kleineren Theile aus braunen Humusflocken.» — Und Seite 167 heisst es weiter: «Ein Schlämmen konnte bei der durch die mikroscopische Untersuchung herausgestellten Gleichartigkeit kein ersprossliches Resultat liefern. Die feineren und gröberen Gemengtheile konnten dadurch wohl von einander geschieden werden, aber nicht specifisch verschiedene. Wollte man das gröbere Sand, das feinere Thon nennen, so würden beide Bezeichnungen mit ihrer gewöhnlichen Bedeutung nicht übereinstimmen. Auch die grösseren Mineralbrocken sind so klein, dass man sie in Masse nicht Sand nennen würde, sondern Pulver; und nach der Milde dieses Pulvers fehlen die den Sand sonst stets constituirenden Quarzkörnchen ganz.»

Vergleicht man aber diese Ergebnisse der Schmid'schen Untersuchung mit dem, was ich oben in dem Abschnitt «mechanische Untersuchung des *Tschernosem*» mitgetheilt habe, so erkennt man ohne Weiteres den mineralogischen Unterschied beider Bodenarten so gründlich, dass es wohl nicht nöthig ist, darauf besonders aufmerksam zu machen. In wie weit eine mineralogische Verschiedenheit des Tambow'schen *Tschernosem* von dem durch Hermann und Payen untersuchten Boden stattfindet, muss leider unerörtert bleiben, da keiner dieser Herren über etwa in dieser Richtung angestellte Untersuchungen irgend etwas berichtet.

2) Der Tambow'sche *Tschernosem* ist aber auch seiner che-

mischen Constitution nach verschieden von dem Orel'schen *Tschernosem*.

Ein Blick auf die Rubriken *B* und III wird diess am schnellsten darthun. Beides sind jungfräuliche, weder zur Ernährung von Pflanzen benutzte, noch durch Dünger in ihrer ursprünglichen chemischen Zusammensetzung veränderte Bodenarten. Aber welch' ein Unterschied z. B. (um nur einen Umstand hervorzuheben) in dem Gehalte an Kieselerde! Bei *B* (Tambow) nur 72 % des geglühten Bodens, bei III (Orel) dagegen 84 %.

3) Selbst die chemische Constitution des von mir untersuchten, einem und demselben Gute angehörigen *Tschernosem* ist nach der verschiedenen Localität verschieden, da sich durchaus nicht annehmen lässt, dass sich z. B. das Verhältniss des Kalkes zu den übrigen Bestandtheilen durch die Benutzung des Bodens (sei es nun mit Dünger (wie bei *A*) oder ohne denselben (wie bei *C*), mit der Zeit so verrückt habe, dass dadurch der grosse Kalkgehalt, wie ihn der unbenutzte Boden *B* zeigt, auf die Kleinheit von *A* und *C* herabgebracht worden sei.

4) Auf Grund der von mir angestellten chemischen Untersuchung des *Tschernosem* aus dem Tambow'schen Gouvernement lässt sich recht wohl die Ursache seiner hohen Fruchtbarkeit erklären.

Ganz abgesehen von dem grossen Gehalte des Bodens an organischen Substanzen (schon Schmid [4]) erinnert mit Recht daran, dass die Wirkung des *Humus* eine vorherrschend mechanische sei, so dass man also aus seinem Vorhandensein oder seinem Fehlen keinen Schluss auf die Fruchtbarkeit des betreffenden Bodens machen kann), so ist das am meisten Auffallende, wenn man den von mir untersuchten *Tschernosem* mit anderem *Tschernosem*, oder überhaupt mit anderen bekannten Bodenarten vergleicht, jedenfalls in seinem grossen Gehalte an Alkalien und namentlich an Kali zu finden. Es ist mir mit Ausnahme einiger von Sprengel untersuchten Seemarschboden Ostfriesland's (sie enthielten aber vorzugsweise

4) Vgl. dessen Abhandlung, Schlussbemerkungen.

grosse Mengen Natrum), kein kulturfähiger Boden bekannt, der in dieser Hinsicht mit unserem *Tschernosem* wetteifern könnte. Aber auch in Betreff eines anderen, für die Ernährung der Culturpflanzen besonders wichtigen Körpers, ich meine nämlich die Phosphorsäure, ist unser Boden sehr reich, und es ist mir auch in dieser Beziehung kein anderer Boden, dessen Untersuchung in die letztverflossenen Jahre fällt, bekannt geworden, der sich, was die Phosphorsäuremenge betrifft, mit dem *Tschernosem* messen dürfte. Ferner ist der Zustand, in welchem sich ein Theil der Kieselerde des *Tschernosem* befindet, von grossem Belang, da es gewiss einen Unterschied abgiebt, ob und wie viel amorphe Kieselerde oder Kieselsäurehydrat in einem Boden vorhanden ist. Der von mir untersuchte *Tschernosem* enthielt im Boden *A* 8 % solcher Kieselerde (wobei ich dahin gestellt sein lasse, wie viel davon auf Rechnung der Düngung zu schreiben ist), der Boden *C* aber, der niemals gedüngt wurde, enthielt 7 %; Boden *B* blieb in dieser Rücksicht ungeprüpft. Endlich noch zeigt ein Blick auf die Tabelle, dass der *Tschernosem* selbst in dem nicht in Salzsäure löslichen Theile dennoch Material besitzt, welches der langsamen Verwitterung fähig ist, und als Vorrathskammer für spätere Zeiten betrachtet werden muss.

Offenbar können noch lange Zeiträume verstreichen, ehe man einen an Pflanzennahrungsmitteln so reichen Boden durch die Cultur erschöpft haben wird.

5) Endlich und zuletzt, um meine Meinung über die geognostische Stellung und damit in Verbindung über die Entstehungsweise des von mir untersuchten *Tschernosem* auszusprechen, so geht dieselbe dahin, dass ich ihn für ein Gebilde der jüngsten Periode der Erdbildung halte, und zwar entstanden aus Meeresschlamm, welcher bei dem Rückzuge der Gewässer des schwarzen und caspischen Meeres zurückblieb. Das unorganische Material zu diesem Schlamme lieferten die den damaligen Meeresgrund bildenden und durch das Wasser mehr oder weniger zerstörten tertiären und der Kreideformation angehörigen Sandsteine, während die im Wasser lebenden zunächst thierischen Organismen zur Bildung der Humussubstanz Gelegenheit gaben.

Diese so eben ausgesprochene Behauptung stütze ich aber erstens auf die Lagerung und eben so weite wie gleichmässige Verbreitung des *Tschernosem* auf der Oberfläche derjenigen Länder, deren Flüsse noch heut zu Tage den genannten Meeren zuströmen. Zweitens auf die oben mitgetheilten Resultate der mineralogischen Untersuchung des Bodens, indem ich durch das Abschlämmen Material zu Gesicht brachte, welches höchst fein abgeschliffener Sand war, gemengt mit Bruchstücken von allerlei Sandsteinen, in denen die Sandkörnchen, da wo sie erkannt werden konnten (in einigen Fällen waren diese Sandsteine so dicht, dass sie bei quarzigem Bindemittel in Quarz und Hornstein übergingen) mit den Körnern des losen Sandes sich identisch zeigten. Drittens berufe ich mich auf den Umstand, dass ich unter den quarzigen Bruchstücken mehrere entdeckte, welche bei genauer Untersuchung mit der Lupe in Quarz versteinerte *Foraminiferen* (*Nummuliten* und *Textularien*) erkennen liessen, ja in einigen Fällen, besonders in Bruchstücken, welche dem Boden *C* angehörten, von den Resten solcher Thiere förmlich strotzten. Viertens endlich beanspruche ich als Beweis der Entstehung des Humus unseres *Tschernosem*, vorzugsweise aus zersetzten thierischen Organismen, den grossen Stickstoffgehalt, so wie die vollkommen structurlose Beschaffenheit dieses Humus, der, wie schon Schmid bemerkte, keine pflanzliche Formen erkennen lässt. — Dem etwaigen Einwurfe, dass die dargelegte Entstehungsweise des *Tschernosem* nicht zugegeben werden könne, weil man keine Schalthierreste darin vorfinde, was doch bei seiner Bildung aus Meeresschlamm der Fall sein müsste, begegne ich mit einer Stelle aus Murchison's Geologie des europäischen Russlands. Da heisst es Bd. I. S. 564: «*the absence of any marine shells in this fine Russian sediment is, it is true, a negative fact, which, if unaccompanied by explanation, might indispose some persons to admit our hypothesis* (der Entstehung des *Tschernosem* aus Schlamm). *We must however bear in mind, that after their emersion, the low central parts of this empire, if but slowly elevated, may have long continued in an intermediate state of mire with little egress of water; so that the remains of delicate testacea and sea-weeds* (*if they formerly existed*) *may have been entirely*

decomposed by the alternations of aqueous and atmospheric agency. However this may have been, we cannot look at the very great uniformity of its composition over such vast tracts, and its independence of existing drainage, without rejecting any theorie which would explain the production of the tschernosem by subaërial and existing causes only, and we therefore refer its origin to aqueous deposit, and the subsequent modifications which the surface underwent, when passing into a terrestrial condition, long anterior to its occupation by the human race.«

Es scheint mir nicht unwichtig, durch das vorstehende Citat gezeigt zu haben, dass man in Betreff der Erklärung, wie dieses Gebilde entstand, bei der Untersuchung des *Tschernosem* ganz im Allgemeinen zu denselben Ergebnissen gelangte, zu denen auch die specielle mineralogisch-chemische Untersuchung des Tambow'schen *Tschernosem* mit Entschiedenheit hinführt.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. IX. No.* 5.)

20 Septembre / 2 Octobre 1850.

NOTE SUR LA CHALEUR DE FUSION DE LA GLACE, ET SA CAPACITÉ POUR LA CHALEUR; PAR M. HESS.

Lorsqu'on se trouve engagé dans des recherches thermochimiques où il devient necessaire de tenir compte de la chaleur de l'eau, soit à l'état liquide soit à l'état solide, il est indispensable de connaître avec précision tant la chaleur de fusion de la glace que sa capacité pour la chaleur.

On sait que, se basant sur les expériences de Lavoisier et Laplace, les physiciens admettaient le nombre 75 pour exprimer la chaleur de fusion de la glace.

En 1847, M. de la Provostaye et M. Desains ont entrepris un travail sur ce sujet, et ils ont trouvé le nombre 79,1 qui, selon eux, ne s'écarte pas plus de 0,3 de la vérité.

En répétant leurs expériences, M. Régnault trouve en moyenne 79,36.

Pour leurs expériences ces savants se sont servi de neige ou de glace à 0°; substances dans l'un et l'autre cas difficiles à manier. En outre, MM. de la Provostaye et Desains ont cru se mettre à l'abri des erreurs en variant le rapport de la glace et de l'eau. Nommons la quantité de glace m. Un coup d'oeil sur la formule suffira pour faire voir que toute l'équation se trouve divisée par m, et que, par conséquent, elle ne peut point changer la valeur. En second lieu, un appareil étant donné, il n'y a toujours qu'un rapport entre la masse d'eau M et la glace m qui fournisse l'observation la plus avan-

tageuse. En réalité, c'est la température de la glace qu'il faut faire varier.

Un peu plus tard, M. Edmond Desains s'occupa de la chaleur spécifique de la glace que l'on croyait antérieurement = 0,9, puis = 0,75; mais qu'il fixe par la méthode des mélanges à 0,51. De son côté, M. Person trouve pour ce nombre 0,5 et 0,56.

C'est le propre des expériences citées, qu'elles ont toutes cherché à déterminer soit la chaleur de fusion, soit la capacité pour la chaleur en supposant connue tantôt l'une tantôt l'autre de ces quantités.

Dans les expériences que j'ai exécutées, par la méthode de mélanges, pour déterminer la chaleur de fusion et la capacité pour la chaleur de la glace, je n'ai fait aucune hypothèse sur la valeur de l'un ou de l'autre de ces nombres; et au lieu d'opérer avec de la glace à 0°, j'ai toujours opéré au-dessous, à des températures variées. Les équations de condition ne contenant que deux inconnues, il serait à la rigueur suffisant d'opérer à deux températures différentes; mais plus il y a d'expériences, mieux cela vaut.

Les expériences furent faites dans une chambre dont les fenêtres sont tournées vers le nord; elle ne communique à aucun espace chauffé — et pouvant être chauffée elle-même, on peut en hiver, la maintenir à une température voulue au-dessus de zéro. A l'une des fenêtres et en dehors fut construite une petite chambre ou cage, dont deux côtés en vitre. Un passage immédiat permettait de communiquer facilement de la chambre à la cage. C'est dans cette cage que l'on place une balance pour faire les pesées et une grande corbeille contenant à-peu-près 50 Kil. de fragments de glace de la grosseur d'une noix. On remue la glace plusieurs fois par jour au moyen d'une pelle. On observe un thermomètre enfoncé dans la glace, un autre suspendu dans la cage, et si l'on trouve que la température se maintienne, sans changement apparent, on peut procéder aux expériences. Il faut renoncer au travail si la température de la glace change pendant la durée même des expériences. Il y a tout à parier que ces expériences ne méritent pas confiance. La capacité de la glace pour la cha-

leur est une quantité trop faible pour ne pas en être sensiblement affectée. Il faut donc guetter le temps et n'opérer que quand les circonstances sont favorables — c'est-à-dire la température constante. En outre, j'ai toujours choisi pour l'eau une température qui permit à la température finale d'être à peu de chose près d'accord avec la température de la chambre. En observant la température de l'eau à l'instant qui précède l'immersion de la glace, il n'y a aucune correction à faire pour la radiation de l'appareil; je n'ai du reste abandonné l'idée de cette correction, qu'après avoir fait quelques observations sur la durée du refroidissement de l'appareil.

Voici maintenant les données des expériences: la valeur du calorimètre en eau étant 256 Grm. nous désignerons par M 256 + l'eau employée à l'expérience.

t = température initiale,
t' = température finale,
t'' = température de la glace,
b poids de la glace, $m = 1225{,}4$ Grm.

No. 1.	$t''=9.$	$t=18{,}95.$	$t'=7{,}8.$	$m=10242$	Grm.
» 2.	$t''=9.$	$t=18{,}15.$	$t'=7{,}1.$	$m=10243$	»
» 3.	$t''=4{,}3.$	$t=17{,}8.$	$t'=7{,}1.$	$m=10244$	»
» 4.	$t''=4{,}3.$	$t=18{,}5.$	$t'=7{,}4.$	$m=10243$	»
» 5.	$t''=4{,}3.$	$t=17{,}8.$	$t'=7{,}1.$	$m=10244$	»
» 6.	$t''=3.$	$t=18{,}7.$	$t'=7{,}9.$	$m=10242$	»
» 7.	$t''=3.$	$t=17{,}6.$	$t'=6{,}95.$	$m=10244{,}6$	»
» 8.	$t''=3.$	$t=17{,}6.$	$t'=6{,}95.$	$m=10244{,}6$	»
» 9.	$t''=3.$	$t=18{,}8.$	$t'=8.$	$m=10242{,}4$	»
» 10.	$t''=7.$	$t=17{,}97.$	$t'=7{,}1.$	$m=10244$	»
» 11.	$t''=7.$	$t=17{,}775.$	$t'=6{,}9.$	$m=10244{,}3$	»
» 12.	$t''=7.$	$t=17{,}775.$	$t'=6{,}9.$	$m=10244{,}3$	»
» 13.	$t''=10.$	$t=17{,}85.$	$t'=6{,}8.$	$m=10244{,}1$	»
» 14.	$t''=10.$	$t=17{,}9.$	$t'=6{,}85.$	$m=10244$	»
» 15.	$t''=10.$	$t=17{,}75.$	$t'=6{,}7.$	$m=10244{,}3$	»
» 16.	$t''=12{,}5.$	$t=17{,}9.$	$t'=6{,}65.$	$m=10244$	»
» 17.	$t''=12{,}5.$	$t=17{,}9.$	$t'=6{,}65.$	$m=10244$	»
» 18.	$t''=12{,}5.$	$t=17{,}9.$	$t'=6{,}65.$	$m=10244$	»

N. 19.	$t''=12{,}5.$	$t=20{,}9.$	$t'=9{,}3.$	$m=10238$ Grm.
» 20.	$t''=12{,}5.$	$t=20{,}75.$	$t'=9{,}2.$	$m=10238$ »
» 21.	$t''=12{,}5.$	$t=18{,}1.$	$t'=6{,}8.$	$m=10244$ »
» 22.	$t''=7.$	$t=18.$	$t'=7{,}1.$	$m=10244$ »
» 23.	$t''=4{,}5.$	$t=18.$	$t'=7{,}15.$	$m=10244$ »
» 24.	$t''=4{,}5.$	$t=18{,}5.$	$t'=7{,}7.$	$m=10244$ »
» 25.	$t''=4{,}5.$	$t=17{,}95.$	$t'=7{,}2.$	$m=10244$ »
» 26.	$t''=4{,}5.$	$t=18.$	$t'=7{,}2.$	$m=10244$ »
» 27.	$t''=3.$	$t=18{,}2.$	$t'=7{,}6.$	$m=10243{,}6$ »
» 28.	$t''=3.$	$t=18.$	$t'=7{,}35.$	$m=10243{,}6$ »
» 29.	$t''=3.$	$t=18{,}2.$	$t'=7{,}55.$	$m=10243{,}6$ »
» 30.	$t''=13{,}5.$	$t=18.$	$t'=6{,}7.$	$m=10244$ »
» 31.	$t''=13{,}5.$	$t=17{,}9.$	$t'=6{,}7.$	$m=10244$ »
» 32.	$t''=13{,}6.$	$t=19{,}3.$	$t'=7{,}9.$	$m=10241{,}8$ »
» 33.	$t''=13{,}6.$	$t=18{,}8.$	$t'=7{,}4.$	$m=10242{,}8$ »
» 34.	$t''=13{,}6.$	$t=20{,}6.$	$t'=9{,}15.$	$m=10239{,}3$ »
» 35.	$t''=13{,}6.$	$t=19{,}5.$	$t'=8{,}05.$	$m=10241{,}5$ »
» 36.	$t''=13{,}6.$	$t=19{,}6.$	$t'=8{,}2.$	$m=10241{,}3$ »
» 37.	$t''=13{,}6.$	$t=20{,}2.$	$t'=8{,}7.$	$m=10240{,}2$ »
» 38.	$t''=7{,}6.$	$t=19{,}95.$	$t'=8{,}8.$	$m=10240{,}7$ »
» 39.	$t''=7{,}6.$	$t=20{,}2.$	$t'=9{,}05.$	$m=10240{,}2$ »
» 40.	$t''=7{,}6.$	$t=20{,}25.$	$t'=9{,}1.$	$m=10240$ »

Nous avons $M.t=M.t'+mt'+m.ct''+mL$ d'où l'on tira pour $\frac{LM(t-t')}{m}-t'-ct''=L.$

En prenant les données des expériences citées, on a pour la chaleur latente L les valeurs suivantes:

No. 1.	$L=85{,}39-9.c.$
» 2.	$L=85{,}266-9.c.$
» 3.	$L=82{,}348-4{,}3.c.$
» 4.	$L=82{,}46-4{,}3.c.$
» 5.	$L=82{,}348-4{,}3.c.$
» 6.	$L=82{,}366-3.c.$
» 7.	$L=82{,}086-3.c.$
» 8.	$L=82{,}085-3.c.$

No. 9. $L = 82{,}272 - 3 \cdot c.$
» 10. $L = 83{,}812 - 7 \cdot c.$
» 11. $L = 84{,}014 - 7 \cdot c.$
» 12. $L = 84{,}014 - 7 \cdot c.$
» 13. $L = 85{,}574 - 10 \cdot c.$
» 14. $L = 85{,}524 - 10 \cdot c.$
» 15. $L = 85{,}676 - 10 \cdot c.$
» 16. $L = 87{,}397 - 12{,}5 \cdot c.$
» 17. $L = 87{,}396 - 12{,}5 \cdot c.$
» 18. $L = 87{,}396 - 12{,}5 \cdot c.$
» 19. $L = 87{,}617 - 12{,}5 \cdot c.$
» 20. $L = 87{,}3 - 12{,}5 \cdot c.$
» 21. $L = 87{,}665 - 12{,}5\ c.$
» 22. $L = 84{,}022 - 7 \cdot c.$
» 23. $L = 83{,}553 - 4{,}5 \cdot c.$
» 24. $L = 82{,}584 - 4{,}5 \cdot c.$
» 25. $L = 82{,}666 - 4{,}5 \cdot c.$
» 26. $L = 83{,}503 - 4{,}5 \cdot c.$
» 27. $L = 81{,}0 - 3 \cdot c.$
» 28. $L = 81{,}731 - 3 \cdot c.$
» 29. $L = 81{,}475 - 3 \cdot c.$
» 30. $L = 87{,}765 - 13{,}5 \cdot c.$
» 31. $L = 86{,}97 - 13{,}5 \cdot c.$
» 32. $L = 87{,}38 - 13{,}6 \cdot c.$
» 33. $L = 87{,}89 - 13{,}6 \cdot c.$
» 34. $L = 86{,}53 - 13{,}6 \cdot c.$
» 35. $L = 87{,}64 - 13{,}6 \cdot c.$
» 36. $L = 87{,}07 - 13{,}6 \cdot c.$
» 37. $L = 87{,}40 - 13{,}6 \cdot c.$
» 38. $L = 84{,}38 - 7{,}6 \cdot c.$
» 39. $L = 84{,}12 - 7{,}6 \cdot c.$
» 40. $L = 84{,}07 - 7{,}6 \cdot c.$

On voit de suite que ces valeurs ne varient essentiellement que selon la température de la glace. Si donc nous prenons la moyenne de toutes celles où la glace était à la même température nous aurons les valeurs moyennes suivantes.

	a	b	n (nombre des expériences.)
$L=$	85,328 —	9 . c . . .	2 (n)
$L=$	87,347 —	13,5 . c . . .	2 (n')
$L=$	82,385 —	4,3 . c . . .	3 (n'')
$L=$	85,591 —	10 . c . . .	3 (n''')
$L=$	83,965 —	7 . c . . .	4
$L=-$	83,076 —	4,5 . c . . .	4
$L=$	87,491 —	12,5 . c . . .	6
$L=$	81,859 —	3 . c . . .	7
$L=$	87,31 —	13,6 . c . . .	6
$L=$	84,19 —	7,6 . c . . .	3
			40

Pour que toutes ces valeurs entrent dans les équations nous poserons:

I.

$$(n+n'+n''\ldots.)\,L=(an+a'n'+a''n''\ldots.)-(bn+b'n'+b''n''\ldots.)$$

II.

$$(bn+b'n'+b''n''\ldots.)\,L=(abn+a'n'b'+a''n''b''\ldots.)-(b^2n+b'^2n'+b''^2n''\ldots.)$$

et en substituant les nombres, nous aurons:

$$40\;\;L=3391{,}83-334{,}3\,.\,c$$
$$334{,}3\;L=28695-3442{,}4\,.\,c$$

d'où l'on tire. Chaleur de fusion . . $L=80{,}34$.
Capacité de la glace pour la chaleur $c=0{,}533$.

P. S. Les expériences citées dans cette note ayant été communiquées à l'Académie le 14 janvier 1848, je crois devoir attirer l'attention du lecteur sur ce que M. C. C. Person vient de trouver dernièrement (et tout indépendamment de mon travail dont il n'avait pas connaissance) pour la chaleur de fusion 80,02, en moyenne de six expériences et pour la capacité pour la chaleur $c=0{,}48$. Ces deux valeurs paraissent avoir été obtenues chacune séparément comme cela s'était pratiqué jusque là. (Voyez Compte rendu du 29 avril 1850. T. XXX. p. 526.)

(Tiré du *Bullet. phys.-mathém. T. IX. No.* 6.)

$\frac{4}{16}$ October 1850.

Beitrag zur Bestimmung der in St. Petersburg verdunstenden Wassermenge; von E. LENZ.

Bei Veröffentlichung der im Nachfolgenden enthaltenen Untersuchungen über Verdunstung, masse ich es mir keineswegs an, etwas Vollständiges über den Gang der Verdunstung in St. Petersburg zu geben; es sind im Gegentheil diese Versuche nur beiläufig angestellt worden, wann es mir Zeit und Umstände erlaubten, und nur in zwei Jahreszeiten, im Winter und im Sommer; allein da über diesen Gegenstand hier in St. Petersburg bisher noch gar nichts auf experimentellem Wege ermittelt worden ist, und da ich mir bewusst bin, wenigstens mit Gewissenhaftigkeit und Genauigkeit gemessen zu haben, so halte ich es immerhin für nützlich, diesen Beitrag zur Lehre der Verdunstung, so unbedeutend er auch ist, bekannt zu machen; meine Versuche geben wenigstens einen vorläufigen Haltpunkt für Abschätzung der in St. Petersburg verdunstenden Wassermenge.

Die Schnelligkeit der Verdunstung wird vorzüglich durch drei Umstände bedingt: 1) durch die Temperatur, bei der sie vor sich geht; 2) durch die Feuchtigkeit der Luft, in welcher das Wasser verdunstet; und 3) durch die Schnelligkeit, mit welcher der sich bildende Wasserdunst von der verdunstenden Oberfläche fortgeführt wird, also von der Stärke des herrschenden Windes. Man sieht leicht, wie schwer, ja unmöglich es ist, alle drei Umstände genau in Betracht zu ziehen;

ich habe mich daher, wie fast alle früheren Beobachter, mit der genauern Bestimmung nur eines dieser Umstände begnügt, nämlich mit der Temperatur, und werde weiter unten zeigen, wie ich die übrigen beiden, wenigstens zum Theil, eliminirt habe.

Meine erste Versuchsreihe bezieht sich auf die Abhängigkeit der Verdunstung von der Wärme bei niedrigen Temperaturen, wie sie sich mir im Winter von 1849 — 1850 darboten; sie geschahen zwischen den Grenzen — 19°,2 und + 7°,8 des Reaumur'schen Thermometers, welches überall im Folgenden gebraucht wurde; es verdunstete hier also grösstentheils eine Eisfläche, und nur seltner eine Wasserfläche. Das verdunstende Eis oder Wasser befand sich in zwei cylindrischen, flachen Gefässen von dünnem Messingblech, deren Höhe 1 Zoll englisch betrug, und die mit der Flüssigkeit bis zur halben Höhe gefüllt wurden; die Verdunstung geschah auf einem Brette ausserhalb des Fensters und wurde gemessen durch Abwägung der Gefässe, welche täglich nahezu um 12 Uhr Mittags vorgenommen wurde; vor Sonne und Regen waren die Gefässe während der Verdunstung durch ein schräges Dach in der Höhe von $1^1/_2$ Fuss über denselben geschützt, während die Luft von der Seite frei durchströmen konnte. Die Waage stand in einem Zimmer, das nahezu die Temperatur der äussern Luft hatte und jedenfalls unter 0° war, sobald die Gefässe mit Eis gefüllt waren. Da die Unterschiede der Gewichte (immer in russischen Doli ausgedrückt) sich nicht auf genau gleiche Zeitintervalle von 24 Stunden bezogen, so wurden sie auf dieses Intervall durch Rechnung reducirt, indem die Verdunstungen den Zeiten proportional gesetzt wurden; die mittleren Temperaturen der 24 Stunden, in welchen die Verdunstung vor sich ging, wurden aus den Angaben eines Maximum- und Minimum-Thermometers abgeleitet, welche vorläufig berichtigt worden waren, indem einfach das arithmetische Mittel aus beiden Angaben genommen wurde.

Die folgende Tabelle enthält die beobachteten und schon auf 24 Stunden reducirten Verdunstungsmengen, nach den mittleren Temperaturen der Tage geordnet:

Temperat. (R.)	Verdunstungsmenge für 24 Stunden, in Doli.	Mittel einer Gruppe.	Temperat. (R.)	Verdunstungsmenge für 24 Stunden, in Doli.	Mittel einer Gruppe.
— 19,2	5,9		+ 0,1	41,3	
— 18,0	6,8		+ 0.6	3,7	
— 17,2	26.6	14,7	+ 1.0	114,8	
— 17,0	15,9	bei	+ 1,5	60,5	113
— 15.3	15,6	— 17°,2 R.	+ 3,0	74,0	bei
— 15,2	17,5		+ 3,5	98,5	+ 2°,5
			+ 4,0	122,3	
— 12,5	8,0	31,9	+ 4,2	119,5	
— 11,6	31,9	bei			
— 10,3	55,7	— 11°,5	+ 5,0	212,3	
			+ 5,1	315,0	
— 7,5	51,4		+ 6,3	177,2	242,5
— 7,3	29,3		+ 6,4	395,4	bei (1)
— 7,1	30,0	44,2	+ 7,4	177,4	6°,5
— 6,4	13,9	bei	+ 7,4	165,3	
— 5,6	63,0	— 6°,4	+ 7,8	255,2	
— 5,2	48,2				
— 5,2	63,9				
— 3,4	57,9				
— 2,8	65,2				
— 2,8	38,9				
— 2.6	47,0	53,3			
— 2,6	51.3	bei			
— 1,8	47,9	— 2°,3			
— 1,5	47,8				
— 1,4	70,1				

Der erste Blick auf diese Beobachtungsreihe zeigt, wie bedeutend der Einfluss der hier nicht berücksichtigten Umstände, der Feuchtigkeit und Windstärke, auf die Verdunstungsmenge sind; es wurde z. B. die Verdunstungsmenge 3,7, die geringste von allen, bei der Temperatur + 0,6 gefunden, während sie selbst bei — 19°,2 noch 5,9 betrug. Mein Beobachtungsjournal giebt auch sogleich die Erklärung dieses Umstandes, indem es zeigt, dass bei der ersten Beobachtung (bei + 0°,6) ein 24stündiger feiner Regen statt fand, so dass die Luft fortwährend mit Feuchtigkeit gesättigt war und die Verdunstungsmenge also sehr gering ausfallen musste. Der grosse

Einfluss des Feuchtigkeitszustandes der Luft auf die Verdunstung einer Eisfläche zeigte sich mir auch sogleich, als ich die Verdunstung der Eisflächen beider Gefässe, unter 0°, beobachtete, von denen das eine draussen, das andere aber in dem fast gleich kalten, aber viel trockneren, Zimmer stand. Ich erhielt:

für die Verdunstung draussen = 30,4
" " " im Zimmer = 184,7.

Bedenkt man, dass der andere Umstand, welcher die Verdunstung beschleunigt, nämlich der Wind, draussen stärker wirken muss, als im Zimmer, so zeigt dieser Versuch den Einfluss der Feuchtigkeit auf die Verdunstung aufs deutlichste. Allein es giebt ein einfaches Mittel, den Einfluss der Feuchtigkeit und des Windes auf unsere obigen Versuche zum grossen Theil zu eliminiren, wenn man die Mittel aus solchen Beobachtungen nimmt, die bei nicht sehr verschiedenen Temperaturen angestellt wurden; da nämlich der Einfluss von Feuchtigkeit und Wind nicht durch die Temperatur bedingt ist, so wird sich ihr Einfluss grösstentheils aus den erhaltenen Mitteln eliminiren, indem sie bei einigen Beobachtungen das gewonnene Resultat vergrössern, bei andern verkleinern müssen. Ich habe daher in obiger Tabelle die gewonnenen Resultate bereits in Gruppen getheilt, indem ich alle Beobachtungen zusammenfasste, welche zwischen — 20 und — 15, — 15 und — 10, — 10 und — 5, — 5 und 0, 0 und + 5, + 5 und + 10 angestellt wurden, und in jeder Gruppe die Mittel nahm sowohl für die Temperatur als auch für die Verdunstungsmenge; so erhielt ich die in der dritten Columne enthaltenen Zahlen.

Es ist üblich und vortheilhaft, die Verdunstung nicht nach Gewicht, sondern nach Volum anzugeben und dieses Volum durch die Höhe eines Cylinders oder Prisma auszudrücken, dessen Basis die Oberfläche des verdunstenden Wassers oder Eises ist. Aus dem genauen Maasse der Oberfläche unserer Gefässe ergab sich, dass ein Doli Gewichtsabnahme einer Abnahme der Höhe von 0,001364 englichen Linien entspricht; multiplicirt man daher mit dieser Zahl die für die Mittel der

einzelnen Gruppen gefundenen Gewichte, so erhält man die Verdunstungshöhen in folgender Tabelle:

Temperatur (R.)	Verdunstung	
	in Dcli.	in engl. Lin.
— 17,2	14,7	0,0260
— 11,5	31,9	0,0435
— 6,4	44,2	0,0603
— 2,3	53,3	0,0727
+ 2,5	113,0	0,1578
+ 6,5	242,5	0,3309

(II)

Aus den Angaben dieser Tabelle (II) ersieht man sogleich, wie die Unregelmässigkeiten, welche in den Einzelzahlen der Tabelle I so grell hervorstechen, sich hier in der That bedeutend ausgleichen; es findet sich in Tab. II bereits ein regelmässiges Steigen der Verdunstungsmenge mit der Temperatur, obgleich die Zahlen sich vielleicht noch bedeutend anders stellen würden, wenn die Anzahl der gebrauchten Beobachtungen grösser gewesen wäre; auch ist es deutlich zu erkennen, wie die 24stünd. Verdunstungsmengen von — 17,2 bis 0° nur langsam steigen, von da an aber rascher wachsen; indessen scheint kein Sprung statt zu finden beim Uebergange der Verdunstung des Eises zu dem des Wassers. Die Verdunstung ist auch noch bei — 17°,2 vorhanden, nur nicht bedeutend; es bedürfte 50 Tage, um eine Eisschicht von 1 Linie Dicke bei dieser Temperatur durch Verdunstung verschwinden zu lassen, während bei 6°,5 schon drei Tage dazu ausreichen.

Zu den bisherigen Untersuchungen wurden von mir nur solche Beobachtungen benutzt, wo das Wasser oder Eis von einem Tage zum andern seinen Agregatzustand, selbst nicht auf kurze Zeit, geändert hatte; ich habe aber auch eine Reihe von Beobachtungen angestellt, wo Wasser, in das Verdunstungsgefäss gegossen, während der Periode, für welche die Verdunstungsmenge bestimmt ward, seinen Agregatzustand änderte und fror. Zu dem Ende wog ich eine bestimmte Wassermenge im Zimmer ab (in einer besondern Flasche), goss

sie dann in eines der Verdunstungsgefässe aus und bestimmte durch Abwägung der leeren Flasche die Menge des ausgegossenen Wassers; dieses wurde dann sogleich in die freie Luft gestellt, neben dem 2ten Gefässe, in welchem die Verdunstung zu gleicher Zeit an einer Eisfläche bestimmt ward; ich nenne das Gefäss mit dem frierenden Wasser I, mit dem Eise aber II. Die folgende Tabelle enthält die zu diesem Zwecke angestellten Versuche, wo die Verdunstung draussen auf dem Fensterbrette (wie bei den früheren Versuchen) geschah, ausgenommen im letzten Versuche, wo beide Gefässe sich im kalten Zimmer befanden:

	Temperat. (R.)	Verdunstungsmenge in Doli.		Untersch. zwischen I u. II.	
		für I.	für II.		
	— 18,0	103,4	27,0	76,4	(III)
	— 17,0	88,1	17,8	70,3	
	— 7,4	147,1	54,5	92,5	
	— 7,3	132,0	29,3	102,7	
	— 5,7	118,7	32,9	85,8	
(im Zimmer)	— 1,0	377,8	254,3	132,5	

Nimmt man aus den ersten fünf Beobachtungen die Mittel (da die letzte unter ganz andern Umständen angestellt wurde), so erhält man als Resultat, dass

bei —11°,1 in I verdunstet 117,9, in II aber 32,3; Differ. 85,5.

Die Zahl 32,3, welche die reine Verdunstung des Eises für — 11°,5 ausdrückt, stimmt sehr wohl mit der frühern Tabelle I, wo wir für — 11,5 der Verdunstung 31,9 Doli fanden. Die Verdunstung des Wassers beim Uebergange in Eis ist also im Mittel um 85,5 Doli grösser.

Die grössere Verdunstung beim Uebergange des Wassers in Eis kann nun von drei Ursachen herrühren; erstlich davon, dass das Wasser, als es hinausgesetzt wurde, eine Temperatur von circa +12° hatte und dass es daher eine gewisse Zeit lang, bis es auf 0° herabsank, eine stärkere Verdunstung erlitt, als gleichzeitig das Eis; zweitens davon, dass es eine

lange Zeit hindurch, bis nämlich alles Wasser gefroren, bei 0° sich hielt, und in Folge dessen ebenfalls stärker verdunstete, als das Eis; und endlich drittens davon, dass beim Frieren des Wassers eine bedeutende Menge latenter Wärme frei wird, welche daher das Verdunsten beschleunigen muss. Der Einfluss des ersten Umstandes muss als sehr unwesentlich angesehen werden, denn in der That beobachtete ich mehrmals, dass, bei einer so bedeutenden Kälte als — 11°, die erste Eisbildung auf dem Wasser spätestens nach einer Viertelstunde begann (was bei der Dünne der Wasserschicht und der guten Leitung der Gefässe auch ganz begreiflich ist); in diesem Momente war die Temperatur des Wassers offenbar = 0 und es bedurfte daher nur einer Viertelstunde, um das Wasser von + 12° auf 0 zu erkälten. Man kann es also so ansehen, als ob während dieser Zeit die mittlere Temperatur von + 6° die Verdunstung bewirkte; einer solchen Temperatur entspricht aber, nach unsern Versuchen (Tab. II), eine Verdunstung von nur $2^1/_2$ Doli in der Viertelstunde. — Um die Wirkung der zweiten Ursache der Beschleunigung der Verdunstung abschätzen zu können, müssten wir die Zeit kennen, welche das Wasser braucht, um ganz in Eis überzugehen, während welcher es seine Temperatur auf 0° erhält; leider habe ich diese nicht angemerkt, allein nehmen wir selbst an, das Frieren habe 12 Stunden gebraucht, was bei — 11° gewiss zu viel ist, so entspricht dieser Zeit nach unsern Versuchen eine Verdunstung von höchstens 45 Doli; rechnet man die $2^1/_2$ Doli hinzu und endlich noch, nach den unmittelbaren Messungen am Eise, 16 Doli für die Verdunstung des Eises während der noch übrigen $11^3/_4$ Stunden, so ist der ganze Verlust $63^1/_2$, der gewiss eher zu hoch als zu niedrig angeschlagen ist. Es verdunsteten aber in der That fast 118 Doli, also fast das Doppelte der so eben gefundenen Quantität, so dass wir zu dem Schlusse geführt werden, dass fast die Hälfte der Verdunstung des Wassers, während des Frierens, auf Rechnung der latenten Wärme gesetzt werden muss. Es ist also das Frieren des Wassers selbst ein Umstand, welcher die Verdunstung beschleunigt.

Hieraus wird es begreiflich, warum bei uns im Frühling, wenn der Schnee auf den Strassen am Tage von der Sonne aufthaut und zum Theil abfliesst, in der Nacht aber wieder friert, das Austrocknen der Strassen schneller erfolgt, als ohne den nächtlichen Frost; auch erklärt sich hieraus das schnellere Trocknen der Wäsche, wenn sie gefriert.

Ich gehe nun zu einigen Verdunstungsversuchen über, welche in den Sommermonaten angestellt wurden und zwar auf dem Lande, zwischen Peterhof und Oranienbaum, am Rande der Terrasse, welche sich in einer Höhe von 60 Fuss über dem Meere und $^1/_2$ Werst von demselben entfernt, am Südrande des finnischen Meerbusens hinzieht.

Am 1sten Juli 1848, bei einem mässigen Nord-West-Winde und an einem vollkommen heitern Tage, untersuchte ich, welchen Einfluss der Stand der Sonne auf die Verdunstung einer reinen Wassermasse ausübte. Es wurde zu dem Ende um 8 Uhr Morgens Wasser in einem flachen Glasgefässe von 19,4 Quadratzoll Oberfläche und in einer Höhe von 5 Fuss über dem Boden, an einem freien Platze, ausgestellt, so dass es fortwährend von der Sonne beschienen wurde und alle zwei Stunden das Gewicht desselben auf einer empfindlichen Waage bestimmt; daraus konnte denn leicht, bei bekannter Oberfläche des Wassers, die Höhe der durch Verdunstung entschwundenen Wasserschicht hergeleitet werden. In dieser Art sind in der folgenden Versuchstabelle (IV) die verdunsteten Wassermengen angegeben. Die Temperatur der Luft an diesem Tage variirte sehr wenig, von 14°,2 bis 15°,9; die Feuchtigkeit, am Psychrometer gemessen, von 56 bis 64 %.

Zeit der Verdunstung	Menge der Verdunstung	
8 — 10 Uhr Morgens	0‴,302	
10 — 12 »	0, 426	
12 — 2 »	0, 431	
2 — 4 »	0, 384	(IV)
4 — 6 »	0, 258	
6 — 8 »	0, 056	
also in 12 Stunden	1‴,857	

Der Einfluss der gesteigerten Sonnenwärme ergiebt sich hieraus als sehr bedeutend. Eine andere Versuchsweise bezog sich auf die Vergleichung der Wassermenge, welche aus einer feuchten Sandschicht und aus einer reinen Wasserfläche unter gleichen Umständen verdunstet; zu dem Ende wurden an einem heitern Julitage 2 gleiche, flache, cylindrische Glasgefässe, das eine (I) mit Wasser, das andere (II) mit Sand gefüllt, welcher völlig mit Wasser getränkt war; beide wurden dann neben einander der Sonne frei ausgesetzt; die Versuche ergaben:

Für I.

1) Von $21^h\ 25'$ bis $4^h\ 45'$ Verdunstung $= 1{,}224^m$
" $5\ 20$ " $9\ 45$ " $= 0{,}133$
2) " $21\ 00$ " $7\ 56$ " $= 1{,}470$
" $8\ 16$ " $20\ 10$ " $= 0{,}314$.

Für II.

1) Von $21^h\ 25'$ bis $4^h\ 45'$ Verdunstung $= 1{,}585$
" $5\ 20$ " $9\ 45$ " $= 0{,}159$
" $11\ 00$ " $20\ 29$ " $= 0{,}365$
2) " $21\ 15$ " $7\ 56$ " $= 1{,}641$
" $8\ 30$ " $19\ 43$ " $= 0{,}312$.

Die Versuche 1) und 1) wurden an einem Tage angestellt, und eben so auch 2) und 2). Am nächsten Tage wurden beide Gefässe wiederum herausgestellt, ohne den Sand von Neuem mit Wasser zu tränken.

I.

3) Von $20^h\ 00'$ bis $8^h\ 35'$ Verdunstung $= 1{,}826$.

II.

3) Von $20^h\ 25'$ bis $8^h\ 35'$ Verdunstung $= 0{,}271$.

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, dass der mit Wasser getränkte Sand etwas mehr durch Verdunstung verliert, als das reine Wasser, ohne Zweifel, weil der Sand durch die

Sonne stärker erwärmt wird, als das Wasser in einem Glasgefässe. Daher ist auch der Unterschied der Verdunstung während der Nacht = 0, wie im Versuch (2) zu ersehen ist. Wenn aber der Sand zwar noch feucht, aber nicht mit Wasser getränkt ist, wie bei dem letzten Versuche, so ist die Verdunstung ungleich geringer.

Man sieht ferner, wie gering die Verdunstung des Nachts, gegen die des Tages ist; im Versuche 2 ist sie bei Wasser 4,7, bei feuchtem Sande aber 5,2 mal geringer in derselben Zeit von 12 Stunden.

Die Tagesverdunstung im Versuche 3 für Wasser, von 8 Uhr Morgens bis 8 Uhr Abends, wurde = 1‴,826 gefunden, was mit dem frühern Versuche III sehr wohl stimmt, wo dieselbe für denselben Zeitintervall = 1‴,85 war.

Die nächsten Versuchsreihen sollten dazu dienen, das absolute Quantum des unter dem Einflusse der Sonne verdunstenden Wassers zu bestimmen. Zu dem Zwecke wurden im Sommer 1849 zwei cylindrische, verzinnte Kupfergefässe, jedes von 8 Zoll Durchmesser, neben einander an einem freien Orte, 5 Fuss über dem Boden, ausgestellt; das eine derselben endigte sich unten trichterförmig und war hier mit einem Hahn versehen; es diente als Ombrometer, indem man nach jedem Regen die Menge des in dem Gefässe gesammelten Wassers aus demselben in ein untergestelltes Glasgefäss ausfliessen liess und dann mittelst einer Maassröhre dem Volum nach bestimmte. Das zweite Gefäss, etwa 6 Zoll hoch, hatte einen flachen Boden und an der einen Wandseite war eine senkrechte, unten mit dem Gefäss communicirende, Glasröhre eingekittet, welche der ganzen Höhe nach in gleiche Theile getheilt war; an derselben konnte die Höhe des Wassers im Gefässe bestimmt werden, nachdem man vor der Ablesung des Wasserstandes in der Röhre, durch Aufsaugen desselben, die Röhrenwände benetzt hatte, was durchaus wesentlich ist, wenn der Einfluss der Capillarwirkung vermieden werden soll; die Ablesung der Wasserhöhe geschah mittelst eines, die Röhre umschliessenden, Messingvisirs.

An diesem Apparate wurde nun täglich, wann es die Zeit erlaubte, die Höhe des Wassers abgelesen; in der folgenden Tabelle finden sich die Summen der Verdunstungen von je 10 bis 12 Tagen angegeben, zugleich daneben aber die während dieser Zeit gehabte Regenmenge, beide Volumina auf dieselbe Weise ausgedrückt, nämlich durch die Höhe, welche dieselben in beiden Gefässen einnehmen würden.

	Verdunst. menge	Regenmenge	Wahre Verdunst.	Verdunst. in 24 St.
	‴	‴	‴	‴
» 20. Juni bis 1. Juli alten Styls..	15,38	2,42	17,80	1,71
» 1. bis 10. Juli —	4,46	9,06	13,52	1,50
» 10. bis 20. Juli —	7,71	11,98	19,69	1,97
» 20. Juli bis 1. August —	9,33	13,99	23,32	1,94
» 1. bis 10. August —	1,14	13,34	14,48	1,61
» 10. bis 20. August —	12,85	1,24	14,09	1,41
Summe.....	50,87	52,03	102,90	

Da der Regen zugleich in den Verdunstungsmesser fiel, so ist die wahre Verdunstungsmenge die Summe der beobachteten Verdunstung und der Regenmenge; in der dritten Zahlencolumne sind diese wahren Verdunstungsmengen enthalten. Da endlich die Zeiträume verschieden sind, so enthält die vierte Zahlencolumne die Verdunstungsmenge von 24 Stunden, oder die Zahl der dritten Columne durch die Zahl der Tage dividirt. Die Zahlen der letzten Columne zeigen, wie die täglich verdunstende Wassermenge am stärksten ist zu der Zeit, wo auch die Temperatur am grössten war, zwischen dem 10. und 20. Juli; übrigens ist dabei nicht zu übersehen, dass später die Feuchtigkeit der Luft grösser war, wie bereits die Regenmenge andeutet und wie auch Psychrometerbeobachtungen mir solches bestätigten.

Die innerhalb zweier Sommermonate, vom 20. Juni bis 20. August, fallende Regenmenge betrug 52 Linien; die grösste Menge an einem Tage fand ich 6‴,27. Die in diesen 2 Monaten verdunstete Wassermenge betrug 102‴,9; diese Menge verdunstete in 62 Tagen, also betrug im Mittel die tägliche Ver-

dunstung nahezu $1''',7$. — Aus den im Winter angestellten Versuchen findet sich für den Januar die mittlere Verdunstungsmenge $= 1''',55$; sie ist also in einem der heissesten Sommermonat nahezu 30 mal stärker als im kältesten Wintermonat. — Die mittlere Temperatur der beiden Sommermonate kann nach anderen Versuchen etwa $= 12^0$ angenommen werden und diese Temperatur entspricht also einer täglichen Verdunstungsmenge von $1''',7$; vergleicht man diese Menge mit der, für $6^0,5$ in dem früher, $= 0''',33$ gefundenen Menge, so ergiebt sich ein sehr rasches Zunehmen der Verdunstung; ohne Zweifel ist die Ursache davon in der grösseren Trockenheit des Sommers, im Vergleich mit der Feuchtigkeit beim Aufthauen unseres Schnees im Frühling, zu suchen, auf welche Zeit sich gerade die Beobachtung bei $6^0,5$ unserer früheren Tabelle bezieht.

In dem folgenden Jahre stellte ich ähnliche Versuche an, nur konnte ich nicht täglich, sondern nur von Zeit zu Zeit beobachten; für richtiges Auffangen des Regenwassers nach jedem Regen war aber anderweitig gesorgt worden. Für dieses Jahr erhielt ich das folgende Resultat:

	Verdunst.	Regenm.	Wahre Verd.	Verd. in 24St.
Vom 2. Juni bis 3. Juli (alt. St.)	$53''',2$	$15''',1$	$68''',3$	$2''',20$
Vom 3. Juli bis 4. August	51, 2	32, 0	83, 2	2, 60

oder mittlere tägliche Verdunstung in diesen 2 Monaten $2''',4$.

Die ganze Regenmenge in diesen 2 Monaten betrug 47 Linien; die grösste Regenmenge an einem Tage $11''',8$, also fast einen Zoll.

Der Sommer 1849 wurde allgemein als ein sogenannter schlechter Sommer angesehen, d. h. er zeichnete sich durch häufige trübe Tage und Regen und in Folge dessen durch niedrige Temperatur aus; dagegen gehört der Sommer 1850 offenbar zu den schönsten und wärmsten Sommern, wie wir sie hier erleben. Vergleichen wir nun unsere Angaben für die beiden Sommer, so erhalten wir

für 1849 tägl. verdunstende Wasserm. $= 1,7$, Regenm. $52'''$,
„ 1850 „ „ „ $= 2,4$, „ 47.

Während der Unterschied der gefallenen Wassermenge nicht bedeutend ist (etwa $^1/_{10}$ von 1850) variirt die tägliche Verdunstungsmenge um etwa $^1/_3$ der Menge von 1850. Alles ist ganz übereinstimmend mit den in der That beobachteten Erscheinungen; es fiel 1850 weit seltner Regen, aber dafür in grösserer Menge während heftiger Gewitter; die grösste Regenmenge in 24 Stunden betrug daher 1850 fast doppelt so viel als 1849.

(Aus dem *Bull. phys. mathém. T. IX. No.* 6.)

$\frac{1}{13}$ Novembre 1850.

NOTE SUR LE PROCÉDÉ IMAGINÉ PAR M. PESCHEL POUR PRODUIRE DES COPIES D'IMAGES DAGUÉRIENNES PAR LA VOIE GALVANOPLASTIQUE; PAR M. JACOBI.

J'ai eu l'honneur de présenter à la Classe de la part de M. Peschel, Capitaine au service de S. M. le Roi de Saxe, plusieurs copies d'images daguériennes obtenues par la voie galvanoplastique. Ces copies, qui par leur netteté et par leur perfection ont excité la juste admiration de la Classe, se distinguent des images photographiques, en ce que l'image n'y est pas au rebours comme dans ces dernières, de même que le desagréable reflet qui accompagne souvent les images daguériennes est de beaucoup diminué dans ces copies, sans faire le moindre tort à la clarté de l'objet. Quoique M. Peschel soit déjà parvenu, il y a 4 ou 5 ans, à produire ces copies avec la plus haute perfection, nous n'avons cependant trouvé que depuis peu, dans plusieurs journaux, un article anonyme dans lequel sont décrites les précautions qu'il faut prendre pour obtenir un plein succès, et qui consistent principalement en ce qu'on ne soumette au procédé galvanoplastique, que des images daguériennes fortement accusées et bien fixées par l'emploi de la solution d'or de M. Fizeau. Nous ne savons pas si l'article en question est rédigé par M. Peschel lui-même, en tout cas il faut dire que, depuis 1846, plusieurs

membres de la Classe ont pu voir chez moi un pareil et non moins parfait galvano-daguerrotype que M. Peschel m'avait envoyé, et que je n'avais pas présenté alors officiellement à la Classe, parceque j'attendais toujours de plus amples renseignements de la part de M. Peschel. Cependant dans l'article en question il n'est nullement fait mention d'une circonstance très curieuse que M. Peschel lui-même n'a observée qu'après avoir déjà fait bon nombre de galvano-daguerrotypes et qui consiste en ce que le revers du galvano-daguerrotype, savoir la face, qui dans l'appareil galvanoplastique s'est trouvée vis-à-vis du zinc, présente l'image du daguerrotype, pas avec une grande précision, bien entendu, mais assez visible et disposée de manière que les parties claires de l'image paraissent plus foncées et que les parties foncées paraissent plus luisantes. Parmi les épreuves présentées à la Classe, il y en avait deux avec ces images à l'envers qui ont pu lui prouver la justesse de l'observation de M. Peschel, et en outre, il y avait une plaque daguérienne recouverte encore du dépôt de cuivre galvanique, qui en l'ôtant montra la copie parfaite du daguerrotype, sur un fond de rose mat et d'un effet admirable.

Il est connu que des copies d'une plaque gravée faites par la voie galvanoplastique accusent à la face d'envers, et même à travers une épaisseur considérable, encore les traces des traits les plus délicats de la gravure, et d'autant plus distinctement que le procédé a été plus régulier et le dépôt de cuivre plus uni et homogène. Cependant cela s'explique par ce que le cuivre déposé suit exactement les contours, les reliefs et les creux de l'original. Mais par rapport aux daguerrotypes! Certainement il n'y a pas des reliefs et des creux, et s'il y en a, ils sont certainement insaisissables pour tous les instruments à mesurer dont nous disposons. Cependant ces images d'envers se présentent encore à la face opposée d'une feuille de cuivre même de 0,5^{mm} d'épaisseur. Il faut donc recourir à l'explication que donne M. Peschel de ce phénomène extraordinaire, qu'il attribue de droit à une position ou crystallisation différente qu'ont les atomes de cuivre qui se précipitent sur les parties noires du daguerrotype et ceux qui se précipitent sur ses parties claires, différence dont

résulte nécessairement aussi une différence dans la réflexion de la lumière. Cette explication est d'autant plus admissible, que M. Peschel a remarqué que ces images sont d'autant plus distinctes que la feuille de cuivre est plus mince et que le dépôt s'est effectué régulièrement et sans les moindres perturbations. De cette manière, il s'explique aussi que l'argenture et la dorure de ces images ne fait pas tort à leur précision, pourvu que les couches de ces métaux soient assez minces. La formation des galvano-daguerrotypes eux-mêmes qui est encore très peu éclaircie, s'explique peut-être aussi par cet effet de crystallisation, quoiqu'il ne soit pas impossible, que le procédé photographique pénétrant, à ce qu'on prétend, à une certaine profondeur de la plaque argentée, la plaque de cuivre galvanique, par son adhérence, enlève, si on la détache, une couche parfaitement uniforme de l'original. En tout cas il est bon, d'appeller l'attention des galvanoplasticiens et sur ce phénomène et sur son explication; peut-être que d'autres occasions se trouveront encore, pour faire des observations analogues.

(Tiré du *Bull. phys.-mathém. T. IX. No.* 9.)

31 Januar
12 Februar 1851.

Über die Einwirkung der schwefligen Säure auf einige Kupferoxydsalze; von O. DOEPPING.

Im Jahresbericht von Berzelius Band 23 wird eine von Schnedermann ausgeführte Analyse eines Aventuringlases von Murano angeführt und dabei von Wöhler die Bemerkung gemacht, dass die in dem analysirten Glase befindlichen Flitter (Kupfer) genau die Krystallform besitzen, welche das aus einer Kupferoxydlösung durch die Einwirkung von schwefliger oder phosphoriger Säure erhaltene Kupfer hat.

Die durch schweflige Säure erhaltenen Krystalle besitzen aber nicht die Eigenschaften des metallischen Kupfers.

Wird in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd anhaltend das Gas der schwefligen Säure geleitet, so scheiden sich nach und nach kleine, aber gut ausgebildete Krystalle von dunkelrother Farbe ab, wiewohl in nicht sehr reichlicher Menge.

Entfernt man dieselben aus der Flüssigkeit, sättigt die freie Säure der letzteren zum Theil mit kohlensaurem Kali oder Natron und leitet von neuem Gas ein, so bilden sich bald wieder Krystalle und durch Wiederholung dieses Verfahrens kann man sich leicht grössere Mengen der rothen Krystalle verschaffen.

Sättigt man die freie Säure der Flüssigkeit auf einmal möglichst vollständig mit kohlensaurem Natron, so fällt in reichlicher Menge ein schmutzig-gelber Niederschlag, der sich aber nach längerer Zeit, in Berührung mit der noch etwas freie schweflige Säure enthaltenden Flüssigkeit, in einen hellrothen von deutlich krystallinischer Beschaffenheit verwandelt.

Zu einer Auflösung von essigsaurem Kupferoxyd verhält sich die schweflige Säure ähnlich, nur geht die Bildung des rothen Körpers weit schneller vor sich und die Krystalle sind deswegen kleiner und heller von Farbe. Ihr Verhalten zu Reagentien ist gleich denen der andern.

In salpetersaurem Kupferoxyd, selbst in einer sehr verdünnten Lösung, bewirkte die schwefelige Säure keinen Niederschlag.

Die rothen Krystalle können mit Wasser ausgewaschen werden ohne sich zu lösen, besitzen weder im feuchten noch trocknen Zustande einen Geruch und verändern ihr Aussehn beim Trocknen nicht.

Mit Salzsäure übergossen lösen sich dieselben mit gelber Farbe unter Entwickelung von schwefliger Säure und beim Zusatz von Wasser scheidet sich (wenn nicht zu viel Salzsäure zugefügt worden) Kupferchlorür ab; in dieser salzsauren Lösung entsteht durch Chlorbarium kein Niederschlag, und Kalilösung bewirkt ein Präcipitat von schmutzig-gelber Farbe.

In sehr verdünnter Salpetersäure lösen sich die Krystalle ohne Gasentwickelung, wiewohl schwierig, zu einer farblosen Flüssigkeit, in der Barytsolution keinen Niederschlag hervorbringt.

Concentrirtere Salpetersäure (Scheidewasser) verändert dieselben, sie lösen sich mit blauer Farbe auf und Barytlösung bewirkt einen in Wasser und Säuren unlöslichen Niederschlag in dieser Lösung.

Schwefelsäure treibt schweflige Säure aus und die Krystalle verändern Form und Farbe.

In Ammoniak lösen sich die Krystalle leicht und sogleich mit intensiv blauer Farbe.

Mit Wasser gekocht, wird das Salz, jedoch nur in sehr geringer Menge, verändert; beim Erkalten der Flüssigkeit setzt

sich an die Wände des Gefäßes ein geringer gelber Anflug und Chlorbarium bringt in derselben einen weissen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag hervor. Entwickelung von schwefliger Säure ist beim Kochen nicht zu bemerken.

Im Wasserbad bei 100° C. getrocknet verloren bei einem Versuch: 2,358 Grm. des lufttrocknen Salzes 0,003 Grm.; in einem zweiten Versuch: 2,878 Grm. 0,004 Grm. Wasser; ein Verlust der wohl nur hygroscopischem Wasser zugeschrieben werden kann.

Jedoch ist das Salz nicht wasserfrei; wird es in einem Reagensrohr über der Spirituslampe erhitzt, so beschlägt das Rohr reichlich mit Wasser und zugleich entwickelt sich der Geruch nach schwefliger Säure.

Um die Gewichtsmenge der Säure in dem Salze auszumitteln, wurde dasselbe in Chlorwasser gelöst und mit einer Lösung von Chlorbarium die Schwefelsäure gefällt.

1) 2,355 Grm. Salz gaben 2,847 schwefelsauren Baryt = 0,783 schwefliger Säure; auf 100 Theile des Salzes = 33,26 schwefliger Säure.
2) 1,634 Grm. gaben 1,988 schwefelsauren Baryt = 0.547 schwefliger Säure; auf 100 Th. 33,27 schwefliger Säure.
3) 2,804 Grm. gaben 3,380 schwefelsauren Baryt = 0,929 schwefliger Säure. Auf 100 Th. Salz 33,16 schwefliger Säure.

Mittelzahl für 100 *Theile Salz* = 33,23 *schwefliger Säure.*

Zur Bestimmung der Basis wurde das Salz ebenfalls in Chlorwasser gelöst, die Lösung zum Kochen erhitzt, das Kupferoxyd mit Aetzkalilösung gefällt, der Niederschlag nach dem Auswaschen getrocknet, geglüht, der Rückstand mit Salpetersäure befeuchtet, abermals erhitzt und diese Operation so oft wiederholt bis das Gewicht des Kupferoxyds keine Veränderung mehr ergab.

1) 2,641 Grm. gaben 2,248 Kupferoxyd = 2,036 Kupferoxydul; für 100 Theile Salz 55,91 Kupferoxydul.
2) 1,644 Grm. gaben 1,026 Kupferoxyd = 0,922 Kupferoxydul; für 100 Theile Salz = 56,11 Kupferoxydul.

Mittelzahl für 100 Theile Salz 55,98 Kupferoxydul.

Um den Gehalt des Wassers zu bestimmen, der erst über 100° ausgetrieben werden kann, wurde das lufttrockne Salz mit einem Ueberschuss von Bleiüberoxyd, welches vorher zur möglichst vollständigen Austrocknung so stark erhitzt worden, als es, ohne Zersetzung zu erleiden, ertragen kann, in einem Glasrohr gemengt, bis zum Glühen erhitzt und das Wasser in einem damit in Verbindung gebrachten Chlorcalciumrohr aufgefangen.

1) 2,563 Grm. lufttrocknes Salz gaben 0,270 Wasser; für 100 Theile des Salzes 10,53.
2) 1,782 Grm. gaben 0,193 Wasser; auf 100 Theile Salz 10,83 Wasser.

Mittelzahl für 100 Theile 10,68 Wasser.

Diese Bestimmungsweise des Wassergehaltes ist aber nicht genau, da die Bildung von schwefliger Säure, wenn auch nur in sehr geringer Menge, nicht ganz ausgeschlossen werden konnte.

Das Salz enthält demnach in 100 Theilen

$\dot{Cu}^2$	55,98
$\ddot{S}$	33,23
$\dot{H}$	10,68
	99,89

Diese procentische Zusammensetzung entspricht keiner der gewöhnlichen Formeln der Salze und scheint sich am meisten der der empirischen Formel:

$$3\dot{Cu}^2, \dot{H} + 4\ddot{S}$$

= 4728,77 zu nähern. Berechnet man aus diesem Aequivalent die procentische Zusammensetzung, so erhält man:

$\dot{Cu}^2$	56,55
$\ddot{S}$	33,92
$\dot{H}$	9,73
	100,20

Die Aequivalent-Zahlen sind nach Kopps chemischen Logarithmen-Tafeln angenommen.

(Aus dem Bull. phys.-mathém. T. IX. No. 12.)

20 December 1850.
1 Januar 1851.

Ueber das Vorkommen von Vanadin in den Permschen Hüttenprodukten, und die Darstellung reiner Vanadinsäure; von J. FRITZSCHE.

Bereits in den Jahren 1839 und 1842 sind im Journale des Bergwesens (1) Mittheilungen gemacht, aus welchen hervorgeht, dass die Permschen Hüttenprodukte nahmhafte Mengen von Vanadin enthalten. Es scheinen jedoch die Abhandlungen, obgleich von ihnen in dem von der Russischen Regierung herausgegebenen *Annuaire du journal des mines de Russie*, französische Uebersetzungen erschienen, den Chemikern gänzlich unbekannt geblieben zu sein, da sogar Gmelin in der neuen Ausgabe seines sonst so überaus vollständigen Handbuches nichts von diesem Vorkommen des Vanadins erwähnt, und ich will daher in kurzen Worten das hiehergehörige daraus anführen.

Im Jahre 1839 zeigte Schubin in einer kurzen Notiz nur die Auffindung von Vanadin in den Permschen Erzen und Hüttenprodukten an, und erwähnt beiläufig aus einer Erzprobe bis 4 p. C. Vanadinsäure erhalten zu haben. Im Jahre 1842 dagegen theilt derselbe in einer grösseren Abhandlung

(1) Горный журналъ. 1839, No. 7. 123. 1842 No. 5. 280.

über die Kupferproduction der Permschen Hütten quantitative Analysen des dortigen Kupfersandsteins und der Hüttenprodukte mit. In einem Kupfersandsteine, in welchem mit Hilfe eines 60-mal vergrössernden Mikroscopes auch vanadinsaures Kupfer als Gemengtheil erkannt wurde, fand man bei der Analyse 0,53 p. C. Vanadinsäure; in einem andern Kupfersandsteine wurde gar kein Vanadin aufgefunden. Das bei der Schmelzung der Permschen Erze erhaltene kupferige Roheisen, welches Schubin als so hart beschreibt, dass sowohl Instrumente aus Gussstahl als auch aus demselben Roheisen bei Versuchen daraus einen Cylinder zu drehen, sogleich unbrauchbar wurden, und dass nur spitze Bruchstücke der letzteren eine kurze Zeit lang dazu brauchbar waren, fand er folgendermaassen zusammengesetzt:

Kohlenstoff	3,03
Vanadin	1,99
Kiesel	2,51
Kupfer	12,64
Eisen	75,97
Aluminium	0,89
Magnium	0,78
Calcium	0,95
	98,76

Das mit dem kupferigen Roheisen gleichzeitig erhaltene Schwarzkupfer fand Schubin zusammengesetzt aus:

Kohlenstoff	0,94
Vanadin	1,21
Kupfer	90,52
Eisen	6,17
	98,84

In zwei verschieden zusammengesetzten Schlacken fand er einen Gehalt von 1,57 und 1,30 p. C. Vanadinsäure, und in verschiedenen anderen Produkten ergab sich ebenfalls ein, obwohl bedeutend geringerer Gehalt an Vanadin.

Durch diese Untersuchungen war also in den Permschen Hüttenprodukten eine reiche Quelle von Vanadin entdeckt worden, und diess veranlasste mich, mir durch die Akademie

der Wissenschaften vom Bergdepartement eine grössere Quantität des obenerwähnten kupferigen Roheisens zu erbitten, welches mir das zweckmässigste Material zur Darstellung von Vanadinpräparaten zu sein schien. In Folge dieser Bitte erhielt ich drei Pud eines solchen Roheisens, mit der Bemerkung jedoch, dass der Vanadingehalt desselben jetzt im Allgemeinen bedeutend geringer sei als der von Schubin gefundene; dieses habe ich nun zu Vanadinpräparaten verarbeitet, und will jetzt die zur Publikation reifen Resultate meiner Arbeit mittheilen, mir vorbehaltend, später noch einmal weitläufiger auf die Vanadinsalze zurückzukommen.

Das Roheisen wurde mit verdünnter Schwefelsäure digerirt, wobei sich die Stücke desselben unter Auflösung des Eisens allmählig mit einem körnigen Ueberzuge bekleideten, auf welchen die Schwefelsäure keine weitere Einwirkung ausübte, und welcher sich, besonders wenn er eine gewisse Dicke erreicht hatte, entweder von dem Roheisen selbst ablöste, oder doch sich leicht davon trennen liess. Diese Rinden, welche nicht das Ansehen eines von der Säure zurückgelassenen Skelettes hatten, sondern mehr in Folge einer Reduktion von bereits in Auflösung übergegangenen Substanzen entstanden zu sein schienen, erwiesen sich bei der Untersuchung als sehr vanadinreich, während die Auflösung keinenfalls so viel Vanadin enthielt, dass es lohnend gewesen wäre sie noch weiter darauf zu bearbeiten. Die letztere wurde daher nicht weiter beachtet, und eben so wenig wurde das nach der vollendeten Auflösung des Eisens in bedeutender Menge zurückbleibende, dem Roheisen mechanisch eingemengt gewesene metallische Kupfer einer weiteren Bearbeitung unterworfen.

Die körnigen Rinden, welche ihres geringen Zusammenhanges wegen beim Trocknen grösstentheils zu einem groben Pulver zerfallen waren, wurden zur Ausziehung des Vanadins mit Salpeter behandelt. Ich verfuhr dabei so, dass ich sie mit ihrem gleichen Gewichte von Salpeterkrystallen gemengt in einem eisernen Löffel erhitzte; dabei stellte sich mit dem Anfange des Schmelzens des Salpeters eine lebhafte Einwirkung ein, es entstand ein starkes, durch Entwickelung rother Dämpfe hervorgebrachtes Aufblähen der Masse, und die Erhitzung

war dabei so stark, dass alles in heftiges Glühen gerieth, welches eine weitere Erhitzung zur Vollendung der Einwirkung kaum nöthig machte. Die auf diese Weise erhaltene halb geschmolzene Masse wurde nach dem Erkalten mit Wasser ausgezogen und aus der filtrirten Lösung das Vanadin durch Salmiak als vanadinsaures Ammoniak gefällt. Das im Wasser ungelöst gebliebene gab bei einer zweiten Behandlung mit Salpeter, wobei die Erscheinungen begreiflicherweise ganz anders waren, nur noch einen geringen Rückhalt an Vanadin zu erkennen, die ersten Schmelzungen aber lieferten eine reiche Ausbeute, und ich erhielt mehr als ein Pfund rohes vanadinsaures Ammoniak.

Das so erhaltene vanadinsaure Ammoniak ist jedoch keineswegs rein, sondern namentlich mit Kieselerde verunreinigt, welche mit in die daraus zu bereitende Vanadinsäure übergeht, und aus dieser, wie Berzelius angiebt, nur durch Fluorwasserstoffsäure vollständig entfernt werden kann. Da jedoch das Arbeiten mit Fluorwasserstoff immer höchst unangenehm ist, so habe ich mich bemüht eine andere Methode zur Darstellung reiner Vanadinsäure aufzufinden, um so mehr, da ich auch die Darstellung der Säure aus reinem Ammoniaksalze durch Rösten und Glühen sehr schwierig fand, wenn ich einigermaassen erhebliche Quantitäten in Arbeit nahm. Immer wurde dabei ein Theil der Säure reducirt und beim Erkalten der geschmolzenen Säure bildeten sich zwar zuerst schöne strahlige Krystalle von Vanadinsäure, allein sie wurden stets von einem anderen, erst später fest werdenden krystallinischen Producte verunreinigt und umlagert, von welchem ich sie durch mechanische Mittel nicht zu trennen vermochte.

Reine Vanadinsäure erhielt ich auf folgende Weise. Ich stellte mir zuerst krystallisirtes zweifach-vanadinsaures Salz dar, gleichviel ob mit Kali, Natron oder Ammoniak als Basis, und versetzte die heisse, ziemlich concentrirte wässrige Auflösung desselben allmählig mit Salpetersäure; dabei schied sich ein braunrother, voluminöser, flockiger Niederschlag ab, und die Flüssigkeit hielt nach hinreichend fortgesetzter Erhitzung mit überschüssig zugesetzter Säure nur noch wenig Vanadinsäure aufgelöst zurück, welche ihr eine hellgelbe

figen, aus gutausgebildeten mikroscopischen Prismen bestehendes Pulver allmälig erfolgt. Die so dargestellte schwefelsaure Vanadinsäure stellt ein hell orangegelbes Pulver dar, welches sich, vor Feuchtigkeit geschützt, beliebig lange unverändert aufbewahren lässt. Bei Versuchen, seine Zusammensetzung auszumitteln habe ich, trotz vielfach wiederholter Analysen keine befriedigenden und entscheidenden Resultate hinsichtlich der Frage erhalten, ob die Schwefelsäure darin als Hydrat, oder im wasserfreien Zustande enthalten ist. Darin stimmen alle Analysen überein, dass die Verbindung auf ein Atom Vanadinsäure zwei Atome Schwefelsäure enthält; bei der doppelten Schwierigkeit aber, die pulverförmige Doppelsäure von überschüssiger anhängender Schwefelsäure zu trennen und vor dem Anziehen von Feuchtigkeit während des Wägens zu schützen, lässt sich kaum hoffen, die obige Frage jemals entscheidend gelöst zu sehen. Folgendes sind die Zahlen, welche ich bei meinen Analysen erhielt.

	Angewendete Verbindung	Geschmolzene Vanadinsäure	Procentischer Gehalt an Vanadinsäure
I.	22,960 Grm.	10,710 Grm.	46,65
II.	8,520	4,140	48,59
III.	8,978	4,144	46,16
IV.	9,752	4,777	48,98
V.	11,462	5,689	49,63
VI.	9,300	4,560	49,03

	Angewendete Verbindung	Erhaltener schwefelsaurer Baryt	Entsprechende Menge wasserfreier Schwefelsäure	Procentischer Gehalt an letzterer
I.	1,000 Grm.	1,470 Grm.	0,505 Grm.	50,50
II.	0,950	1,350	0,464	48,84
III.	2,691	3,683	1,266	47,05

Aus diesen Zahlen, welche grossentheils aus Präparaten von verschiedenen Darstellungen erhalten sind, ersieht man hinreichend, dass die Schwankungen viel zu gross sind um aus ihnen einen Schluss ziehen zu können. Ob diese Schwankungen vielleicht theilweise in einer Einmengung der Verbindung von einem Atom Vanadinsäure mit drei Atomen Schwefelsäure, deren Existenz Berzelius neben der mit zwei Atomen angiebt, ihren Grund haben, muss ich dahingestellt sein

lassen. Berzelius giebt für die beiden von ihm dargestellten Verbindungen die Formeln

$$\ddot{V}\,\ddot{S}^2 \text{ und } \ddot{V}\,\ddot{S}^3,$$

wornach man annehmen kann, er habe sie als wasserfrei betrachtet; leider aber vermissen wir, wenigstens in der Uebersetzung seiner Abhandlung in Poggendorff's Annalen (Bd. 22. p. 1), alle Angaben über die Untersuchungen, aus welchen jene Formeln abgeleitet sind. Dass in der von mir beschriebenen Verbindung nicht beide Atome der Schwefelsäure als Hydrat enthalten sind, dafür sprechen die Erscheinungen bei der Austreibung der Schwefelsäure in Destillationsgefässen. Es wird dabei zwar ein flüssiges Product erhalten, allein es stösst dasselbe die der wasserfreien Schwefelsäure eigenthümlichen weissen Dämpfe in grosser Menge aus, und bei der Erkältung unter 0° gesteht es zu einer krystallinischen Masse. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass die in Rede stehende Verbindung aus gleichen Atomen Vanadinsäure, wasserfreier Schwefelsäure und Schwefelsäurehydrat bestehe, und wir könnten daraus die Formel

$$\ddot{V}\,\ddot{S} + \dot{H}\ddot{S} \text{ construiren.}$$

Bei der Darstellung der Vanadinsäure auf die hier angegebene Weise erhält man jedoch bei weitem nicht die ganze Menge der in dem angewendeten rothbraunen Körper enthaltenen Säure als schwefelsaure Verbindung, sondern ein sehr beträchtlicher Theil derselben bleibt in der schwefelsauren Mutterlauge aufgelöst zurück. Bei einem mit gewogenen Mengen angestellten Versuche erhielt ich 65,76 p. C. geschmolzener Vanadinsäure, und es waren also 34,24 p. C. in der Schwefelsäure gelöst geblieben. Aus dieser Lösung erhielt ich, nachdem sie mit etwas Wasser versetzt worden war, beim Abdampfen bis zur Verflüchtigung einer namhaften Menge der Schwefelsäure ein pulverförmiges krystallinisches Produkt, welches sich unter dem Mikroscope als ein Gemenge von zwei verschieden krystallisirten Verbindungen ergab. Die eine derselben hatte die prismatische Form und das Ansehen der oben beschriebenen Verbindung, während die andere ta-

feilförmige, sehr viel dunkler gefärbte Krystalle bildete, unter denen ich viele als rechtwinklige Vierecke mit abgestumpften Ecken erkannte. Bei einer mit diesem Gemenge angestellten Analyse ergab sich ein geringerer Gehalt an Vanadinsäure, so dass es möglich ist, dass die tafelförmige Verbindung drei Atome Schwefelsäure auf ein Atom Vanadinsäure enthalte.

Den grössten Theil der in der schwefelsauren Mutterlauge gelöst gebliebenen Vanadinsäure kann man auch als anderweitige Verbindungen ausscheiden, wenn man die mit Wasser verdünnte Säure mit Weingeist versetzt und dann abdampft. Hat man nur so viel Weingeist zugesetzt, als eben zur Reduktion der Vanadinsäure zu Vanadinoxyd nöthig war, so setzt sich ein aus hellblauen, mikroscopischen, vierseitigen Tafeln bestehender pulverförmiger Körper ab, welcher wahrscheinlich schwefelsaures Vanadinoxyd ist; hat man dagegen mehr Weingeist zugesetzt so findet, wenn die Säure sich ihrem höchsten Concentrationsgrade nähert, unter bedeutendem Schäumen und Bildung aetherischer Produkte die Ausscheidung eines anderen, ebenfalls krystallinischen Körpers statt. Alle diese Erscheinungen beabsichtige ich weiter zu verfolgen und später weitere Mittheilungen darüber zu machen.

Ich habe nun noch einige Worte über die Zusammensetzung des rothbraunen pulverförmigen Körpers zu sagen, welcher nichts anderes als ein Hydrat der Vanadinsäure zu sein scheint. Zwar sagt Berzelius in seiner so überaus werthvollen Abhandlung über das Vanadin, dass man die Vanadinsäure auf nassem Wege niemals rein erhalten könne, weil, wenn man sie abzuscheiden versuche, entweder ihr basisches Salz mit einer stärkeren Säure oder ein aus der vorhandenen Basis mit einem grossen Ueberschusse von Vanadinsäure gebildetes Salz erhalten werde, allein ein solches Verhalten scheint wenigstens dann nicht stattzufinden, wenn man eine concentrirte Auflösung eines vanadinsauren Alkali kochend mit überschüssiger Säure behandelt, wenigstens konnte ich in dem so erhaltenen braunrothen Produkte nach gehörigem Aussüssen weder einen Säuregehalt noch einen Alkaligehalt nachweisen. Das während des Trocknens vor Anziehung ammoniakalischer Dämpfe geschützte Präparat gab bei vorsichtigem Schmelzen eine schön krystalli-

sirte Vanadinsäure und eine Bestimmung des dabei entweichenden Wassers bestätigte die von mir ausgesprochene Ansicht.

0,918 Grm. eines lufttrockenen, auf die angeführte Weise dargestellten braunrothen pulverförmigen Präparates wurden, um sie von hygroscopischem Wasser zu befreien, mehrere Tage lang über Schwefelsäure stehen gelassen und hatten dabei 0,072 Grm. verloren, ein Beweis wie stark hygroscopisch die Substanz ist. Die rückständigen 0,846 Grm. wurden nun vorsichtig geschmolzen und lieferten dabei 0,772 Grm. schön krystallisirter Vanadinsäure, in welcher ich keine fremdartigen mechanischen Beimengungen erkennen konnte, und welche ich deshalb als rein betrachten zu können glaube. Es waren dabei 0,074 Grm. Wasser entwichen, welche 8,75 p. C. entsprechen, und 91,25 p. C. Vanadinsäure waren zurückgeblieben. Nach der Formel $\dot{H}\ddot{V}$ werden aber 91,14 p. C. Vanadinsäure, und 8,86 p. C. Wasser verlangt, und die Uebereinstimmung ist daher so gross, als man sie nur erwarten kann. Dass auch die Menge des beim Trocknen über Schwefelsäure verlorenen Wassers fast genau ein Atom beträgt, möchte wohl nur zufällig sein. Ob dieses Hydrat bei vorsichtiger Behandlung sich auch ohne Beihilfe von Schwefelsäure zur Darstellung grösserer Mengen Vanadinsäure eignet, werde ich auszumitteln mich bemühen.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. IX. No.* 13.)

20 December.
1 Januar.

Ueber salpetrige Säure; von J. FRITZSCHE.

Als ich im Jahre 1840 meine Untersuchungen über salpetrige Säure publicirte, blieb ich den analytischen Beweis schuldig, dass die von mir beschriebene höchst flüchtige Flüssigkeit von rein indigblauer Farbe die reine salpetrige Säure sei. Dies jetzt nachzuholen ist der Zweck der vorliegenden Notiz.

Bei den im vorigen Winter hier in grossartigem Maasstabe angestellten Versuchen über Beleuchtung mittelst galvanischen Lichtes war eine grosse Menge concentrirter Salpetersäure in der Batterie verwendet worden, welche beim Schlusse der Versuche eine blaue, von einem bedeutenden Gehalte an salpetriger Säure herrührende Farbe angenommen hatte. Von dieser blauen Säure wurde mir ein Theil zur Disposition gestellt, und daraus stellte ich die zu den hier zu beschreibenden Versuchen verwendete salpetrige Säure dar. Gegen 20 Pfunde der blauen Säure wurden der Destillation unterworfen, und die dabei entweichenden gasförmigen Produkte unter den geeigneten Vorsichtsmaassregeln durch Vorlagen geleitet, welche durch eine Mischung von Chlorcalcium und Schnee auf einer möglichst niedrigen Temperatur erhalten wurden. Auf diese Weise erhielt ich mehrere Unzen eines dunkelgrünen

Destillates, welches alle Eigenschaften eines Gemenges von salpetriger Säure mit salpetriger Salpetersäure besass, und aus welchem durch mehrmalige Rectification bei möglichst niedriger Temperatur endlich eine rein indigblaue Flüssigkeit, begabt mit allen den von mir früher beschriebenen Eigenschaften, erhalten wurde.

Nachdem ich so ein zur Analyse hinreichend reines Produkt erhalten zu haben glaubte, wurde dasselbe nochmals destillirt, und nun unmittelbar in den Gefässen aufgefangen, in welchen es zur Analyse verwendet werden sollte. Dies waren an Glasröhren kolbenartig angeblasene Kugeln, deren Gewicht leer bestimmt wurde, und welche nach dem Einbringen der Säure, während sie noch in der Kältemischung sich befanden, mit Hilfe der Glasbläserlampe zugeschmolzen, die abgezogenen Enden aber gewogen wurden, so dass das Gewicht der in jedem Kölbchen enthaltenen Säure bestimmt werden konnte. Der noch 4 bis 5 Zoll lange Hals eines solchen Kölbchens wurde nun luftdicht in einen Kork eingesetzt, welcher luftdicht auf ein Gefäss aufgepasst worden war, in welches die Kugel eingeführt werden konnte. Dieses Gefäss wurde mit eiskaltem Wasser beinahe ganz angefüllt, der Kork so aufgesetzt, dass das Kölbchen mit der Säure sich im Wasser befand, und nun durch starkes Herunterdrücken des aus dem Korke herausragenden Endes das Kölbchen gegen den Boden des Gefässes gedrückt bis es zerbrach. Im Momente des Zerbrechens und des Zusammenkommens der Säure mit dem Wasser fand eine Gasentwickelung statt, und um einen dadurch bedingten Verlust möglichst zu vermeiden, wurde die Flüssigkeit mit der über ihr befindlichen Gasschicht eine Zeitlang gut zusammengeschüttelt. Nichtsdestoweniger aber zeigte sich beim Oeffnen jederzeit ein Entweichen rother Dämpfe und es musste also jedesmal nothwendig ein Verlust bei der Analyse erhalten werden.

Auf diese Weise war nun eine Auflösung einer bestimmten Menge der blauen Säure in Wasser erhalten worden, und diese wurde nun dadurch analysirt, dass bestimmt wurde, wieviel übermangansaures Kali nöthig sei, um die salpetrige Säure in Salpetersäure überzuführen. Zu diesem Behufe war eine

Auflösung von einem Theile reinen krystallisirten übermangsauren Kali's in 200 Theilen Wasser bereitet worden, und von dieser wurde der zu untersuchenden Flüssigkeit so lange zugesetzt bis keine Entfärbung mehr erfolgte. Dabei erhielt ich in drei Versuchen folgende Resultate:

I.	0,416 Grm.	bedurften	0,650 Grm.	übermangansauren Kali's.
II.	0,325 "	"	0,500 "	
III.	0,121 "	"	0,190 "	

Da nun ein Atom übermangsaures Kali 5 Atome Sauerstoff abgiebt, so entsprachen obige Mengen dieses Salzes folgenden Mengen von der Säure aufgenommenen Sauerstoffs:

I. 0,164.
II. 0,127.
III. 0,048.

Und da ein Atom salpetriger Säure = 475,06 zur Umwandlung in Salpetersäure 2 Atome Sauerstoff = 200 bedarf, so haben jene Mengen des vom übermangsauren Kali abgegebenen Sauerstoffs folgende Mengen salpetriger Säure in Salpetersäure übergeführt, neben welchen die Differenz zwischen diesen Zahlen und den zur Analyse angewandten Mengen der blauen Säure angegeben ist.

		Differenz
I.	0,3895	0,0265
II.	0,3016	0,0234
III.	0,1140	0,0070.

Demzufolge hatte durchschnittlich ein Verlust von 6,6 p. C. stattgefunden, oder es wurde durch das Experiment bewiesen, dass 93,4 p. C. der angewandten blauen Flüssigkeit aus salpetriger Säure bestanden.

Bedenkt man nun, dass die erhaltenen Zahlen deshalb nothwendig zu klein ausfallen mussten weil beim Oeffnen des die Auflösung der salpetrigen Säure enthaltenden Gefässes ein Entweichen rother Dämpfe stattfand; dass ferner, da bei der Destillation der salpetrigen Säure eine theilweise Zerlegung derselben in Stickstoffoxyd und salpetrige Salpetersäure stattfindet, höchst wahrscheinlich auch kleine Mengen dieser letzteren mit den Dämpfen der salpetrigen Säure übergehen, dadurch aber ebenfalls ein Verlust in der Analyse entstehen

muss; und dass endlich eine dritte Fehlerquelle darin liegen kann, dass während des Eintragens der Lösung des übermangansauren Kali's die Flüssigkeit mit der Luft in Berührung war, wodurch einerseits Aufnahme von Sauerstoff aus derselben, andererseits aber Abdunsten von salpetriger Säure in dieselbe stattfinden konnten, so kann man den erhaltenen Verlust wohl als hinreichend erklärt ansehen und demnach getrost die hier mitgetheilten Versuche als den Beweis betrachten, dass die in Rede stehende indigblaue Flüssigkeit salpetrige Säure in so reinem Zustande sei als sie darzustellen möglich ist.

Was die oben erwähnte Entweichung rother Dämpfe betrifft, so betrachte ich dieselbe hauptsächlich als eine Folge einer theilweisen Zersetzung der salpetrigen Säure durch die Erwärmung derselben behufs des Wägens bis zur Zimmertemperatur. Bei dieser Temperatur ist dieselbe nicht mehr blau, sondern gelbgrün, und obgleich sie beim Abkühlen wieder reinblau wird, so hat es mir doch geschienen, als habe die Intensität der Farbe etwas abgenommen; und da die salpetrige Salpetersäure bei -20° farblos ist, so steht nichts obiger Annahme entgegen.

Schliesslich bemerke ich noch, dass meine im Jahre 1840 über diesen Gegenstand publicirte Abhandlung der Aufmerksamkeit von Berzelius gänzlich entgangen zu sein scheint, denn weder in seinen Jahresberichten noch im Lehrbuche wird derselben Erwähnung gethan, und erst beim Erscheinen der neuen Auflage des Handbuchs von Gmelin habe ich die Genugthuung gehabt, die Resultate meiner Arbeit gewürdigt zu sehen.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. IX. No.* 13.)

$\frac{15}{27}$ Novembre 1850.

Sur la théorie des machines électromagnétiques; par M. JACOBI.

I.

La Classe se rappellera que dans la séance du 29 mai (10 juin) 1840, je lui avais communiqué une note concernant les lois des Machines électromagnétiques, lois que j'avais réussi de trouver peu avant, en m'appuyant sur les lois des électro-aimants [1]), en combinant ces lois avec les phénomènes connus des courants magnetoélectriques, et enfin, en appliquant à ces machines les lois générales du travail mécanique comme on les entend actuellement. Au mois de septembre de la même année, lors de la réunion de l'Association britannique, à Glasgow, je prononçai, dans la section de physique, un discours sur «*les principes des machines électromagnétiques*» dans lequel j'exposai plus explicitement les lois susmentionnées, en y ajoutant leurs expressions algébriques, sans cependant développer la marche par laquelle j'étais parvenu à ces expressions. Ce discours fut imprimé incessamment dans l'Athenaeum [2]) et plus tard dans le «*Re-*

1) Ces lois sont développées par M. Lenz et moi dans une Série de Mémoires contenues dans le Bulletin scientifique T. IV. 22 et 24. T. V. 17. Bulletin de la Classe physico-mathématique T. II. No. 5, 6, 7.

2) 1840. 24 octobre p. 842.

port of the tenth Meeting of the British Association», publié l'an 1841. En passant par Berlin à mon retour à St.-Pétersbourg, je communiquai à M. Poggendorff un exemplaire de l'Athenaeum qui contenait mon discours, dont une traduction allemande fut faite à Berlin et imprimée dans le 51ème volume des *Annales de Physique et de Chimie* par les soins même de M. Poggendorff. Cependant je trouvai convenable d'ajouter à cette traduction, encore pendant mon séjour à Berlin, un supplément, destiné à remplir en partie la lacune que j'avais laissée dans le développement de la marche, par laquelle j'étais parvenu à mes formules. Ce supplément datant du 10 novembre 1840 fait suite à la traduction de mon discours (Annalen der Physik und Chemie, T. 51 p. 370). Ces deux pièces furent réimprimées plus tard dans plusieurs autres journaux, entre'autres dans le journal polytechnique de M. Dingler, T. 81 p. 102.

Depuis ce temps, je n'ai plus rien publié à ce sujet, à l'exception peut-être d'une note populaire sur mes travaux électromagnétiques [3]) que j'avais lue dans la séance du 7 janvier 1842 et dans laquelle j'avais expliqué les principes des machines électromagnétiques, en faisant en même temps quelques remarques sur l'effet utile de ce nouveau moteur.

Si aujourd'hui je reprends le même sujet, sans y ajouter pourtant du nouveau, j'y suis engagé principalement par deux raisons. Il ne me paraît d'abord pas convenable, que par rapport à un travail entrepris dans le giron de l'Académie et qui a donné des résultats qui sont de la plus haute importance tant par leur généralité que par leur simplicité, il y ait une lacune dans les écrits de ce corps savant. De plus j'ai pu faire la remarque, que les dix ans qui se sont écoulés depuis ma première publication, n'ont suffi ni à procurer aux lois en question, la publicité qu'elles méritent, ni à arrêter les erreurs que ces lois bien entendues et bien comprises auraient pu prévenir.

En présentant donc à la Classe ce Mémoire qui contient le développement complet des lois des machines électro-

3) Bulletin scientifique T. X. p. 91.

magnétiques, d'un côté, je remplirai la lacune mentionnée, et de l'autre, je rectifierai les graves erreurs, dont je parlerai plus tard et auxquelles ont participé même des autorités scientifiques, plus ou moins reconnues comme telles.

2.

Supposons une machine électromagnétique d'une construction quelconque et dont les parties essentielles consistent comme on sait, en bobines de fil d'archal isolé, qui dans leur intérieur contiennent, ou ne contiennent pas des noyaux de fer doux et qui sont disposées en systèmes fixes et mobiles, ou seulement en systèmes mobiles; ensuite, en un commutateur destiné à interrompre le courant, ou à changer sa direction chaque fois que les pôles des bobines ou des noyaux de fer-doux se rencontrent pendant le mouvement, et enfin en une pile galvanique. Le cas où il entre, dans l'un ou l'autre des systèmes, des aimans d'acier à aimantation permanente, ne fait pas d'exception à notre supposition générale. On sait encore, qu'on peut faire les dispositions de manière, à produire par l'attraction ou la répulsion des aimans temporaires, qui se forment par la transmission du courant galvanique à travers les spires des bobines, un mouvement circulaire, ou de va-et-vient continu, ou de va-et-vient rectiligne. Supposons que d'une manière quelconque on arrête la machine en l'empêchant de prendre son mouvement obligé. En interposant, dans le circuit formé par les bobines et la pile un galvanomètre magnétique, on voit, au même moment que le courant s'établit, l'aiguille dévier de sa direction primitive et s'arrêter à l'est ou à l'ouest en formant un certain angle avec le méridien magnétique. On sait que cet angle dépend de la force du courant, et que vice-versa on peut exprimer la mesure de cette force par une certaine fonction de l'angle de déviation, fonction qu'on doit connaître d'avance et qui dépend de la forme et de la disposition particulière du multiplicateur. Au reste, il ne s'agit ici que d'un galvanomètre quelconque qui nous donne une mesure exacte de la force ou intensité du courant. En nommant i l'in-

tensité du courant, k la force électro-motrice d'un couple ou élément de la pile, n le nombre des éléments qu'elle contient, et ρ la résistance totale du circuit, y comprises les résistances des bobines, du multiplicateur et de la pile, nous avons d'après la loi connue de Ohm

$$i = \frac{nk}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

L'effet électro-chimique ou électrolytique qui a lieu dans la pile ou la quantité totale de zinc, dissoute dans un certain temps, est, comme nous savons, comme la force du courant multipliée par le nombre des couples. Cette quantité étant q, nous avons

$$q = ni = \frac{n^2 k}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

3.

Dans l'état d'arrêt de la machine, état que nous avons supposé, les quantités i et q sont entièrement indépendantes de toute construction particulière. Il est indifférent qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas des barres de fer doux dans le creux des bobines, et même ces dernières n'entrent dans nos formules, que par la résistance que le fil d'archal dont elles se composent, offre au passage du courant. Cependant, entre les pôles des aimants qui font partie de nos systèmes, il existe des attractions et des répulsions magnétiques, qui sont la source de notre force motrice, mais qui, pour le moment, sont mécaniquement empêchées de s'exercer et d'agir. Pour calculer ces forces magnétiques, il faut recourir aux lois suivantes qui font partie des lois des électro-aimants, lois que dans un travail commun, M. Lenz et moi, nous avions réussi de trouver au moyen de nombreuses expériences. Savoir:

1° qu'à conditions égales, la force magnétique d'un électro-aimant est comme la force du courant, multipliée par le nombre des tours ou spires de la bobine enveloppante;

2° que l'attraction de deux électro-aimants est comme le produit de leurs forces magnétiques, ou

en supposant que ces forces soient produites par des courants d'égale intensité, comme le carré de cette intensité.

Les cas plus compliqués de l'inégalité des courants, des bobines et des dimensions des noyaux de fer dans les deux systèmes, se réduisent facilement à ce cas simple que nous avons supposé. Quant aux résultats, il n'y a de différence que par la valeur des constantes qui entrent dans les formules. Soit donc β le nombre des spires que contiennent les bobines du système fixe et également celui des bobines du système mobile, m le magnétisme total des électro-aimants de l'un ou de l'autre système, enfin μ la somme de leurs attractions mutuelles, nous aurons:

$$m = \beta i = \frac{\beta n k}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

et

$$\mu = m^2 = \beta^2 i^2 = \frac{\beta^2 n^2 k^2}{\rho^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

4.

A cette expression on devrait encore, comme on conçoit, ajouter un certain coefficient variable qui dépendrait de la distance des pôles, ou de la position dans laquelle on suppose les aimants fixés. A chaque variation de position, la force d'attraction étant une autre, on peut considérer cette dernière comme une fonction de cette position, ou ce qui revient au même, comme une fonction du chemin parcouru s. a étant la distance de deux pôles fixes ou plutôt le chemin que les pôles décrivent d'une rencontre à l'autre, on a $\int_0^a \mu ds$ pour l'expression générale de l'attraction totale que les deux systèmes exercent l'un sur l'autre, pendant chaque période de changement des pôles ou d'interruption du courant. La fonction $\mu = \varphi(s)$ offrirait probablement une expression très compliquée si elle devait être complétement développée. Heureusement que la considération de l'équilibre de notre machine en mouvement nous dispense d'entrer plus amplement dans la nature de cette fonction. Aussi en dirons nous seulement, qu'il est connu que

la valeur de μ décroît rapidement à mesure que s ou la distance des pôles augmente et que la force coërcitive des aimants qui les empêche de prendre instantanément la force d'attraction due à leur position, contribue de compliquer plus encore cette fonction en y introduisant la vitesse v, avec laquelle le changement de position a lieu.

Le galvanomètre magnétique interposé dans le circuit des bobines et de la pile accuse un phénomène qui a paru bien singulier à la première observation, et qui consiste en ce que la déclinaison de l'aiguille occasionnée par la force du courant, commence à diminuer aussitôt que la machine se met en mouvement et que l'aiguille recule d'autant plus que la vitesse de la machine augmente. Cette vitesse étant devenue uniforme, l'aiguille reste stationnaire, ou ne fait que de petites oscillations que, par des moyens connus, on peut diminuer autant qu'on veut. En ralentissant la marche de la machine, en lui opposant une plus grande resistance, l'aiguille avance de nouveau. Cette diminution de la déviation de l'aiguille peut être attribuée en partie au commutateur qui fait partie de la machine, et qui, comme nous l'avons dit plus haut, fonctionne de manière à interrompre le courant ou à changer sa direction chaque fois que les pôles des deux systèmes se rencontrent. Mais comme on peut à volonté réduire le temps dû aux interruptions du circuit, l'influence du commutateur sur l'affaiblissement du courant, affaiblissement qui est accusé par la diminution de la déviation de l'aiguille, pourra être négligée, sans aucun inconvénient.

5.

L'affaiblissement du courant qui a lieu pendant le mouvement de la machine, ne peut être attribué qu'aux effets des contre-courants magnéto-électriques, auxquels chaque changement dans la position relative des deux systèmes dont consiste notre machine, donné naissance. Ces contre-courants sont de même nature que les courants galvaniques, de sorte que d'après la direction dans laquelle ils agissent, leurs effets s'additionnent ou se compensent; l'existence de ces contre-courants magnéto-électriques n'est pas une hypothèse

arbitraire, mais un fait constaté tant par la théorie que par de nombreuses expériences. Je ne répéterai pas ici les expériences instituées par moi à cet effet. Elles se trouvent toutes decrites dans mon «*Mémoire sur l'application de l'électromagnétisme au mouvement des machines* pag. 44 etc.» Le fait est, qu'une machine électro-magnétique en mouvement représente en même temps une machine magnéto électrique qui engendre un courant opposé à celui de la pile. Pour apprécier l'effet de ces courants et pour pouvoir les soumettre au calcul, il faut recourir aux lois suivantes, qui nous font voir:

que la force électro-motrice des courants magnéto-électriques développés dans une bobine soumise à l'influence d'un aimant permanent ou temporaire, est

1° comme la force magnétique mise en jeu;
2° comme le nombre des spires que contient la bobine;
3° comme la vitesse du changement de position de l'aimant, par rapport à la bobine.

Quoique ces lois aient été confirmées par de nombreuses expériences, il faut cependant relever que conformément à une communication plus récente, que j'ai faite à la Classe dans sa séance du 6 février 1846 [1]), la force électro-motrice des courants magnéto-électriques est en même temps une fonction de la résistance du circuit. Les expériences par lesquelles j'ai établi ce fait n'ont été entreprises que dans un but spécial, cependant ma manière d'envisager ce fait et son interprétation n'admettent pas de doute qu'il ne soit susceptible d'une signification toute générale. Les formules que nous allons donner sur l'effet des machines électro-magnétiques éprouveront, il est vrai, quelque modification, dès qu'on aura mieux éclairci et précisé l'influence qu'a sur la force électro-motrice la résistance du circuit, cependant les expériences faites à ce sujet, laissent entrevoir que cette influence

1) Bulletin de la Classe physico-mathématique T. V. p. 97.

n'est pas assez considérable, pour nous arrêter dans la marche que nous allons suivre.

6.

Un point non moins digne d'être relevé concerne la 3ème des lois susmentionnées, qui, à la rigueur, ne pourrait pas être admise, à moins qu'on ne fasse abstraction de la force coërcitive de l'acier et même du fer doux; force mystérieuse dont nous savons seulement qu'elle empêche ces métaux de se magnétiser instantanément au degré voulu. La force électro-motrice du contre-courant magnéto-électrique n'est donc pas exactement proportionelle à la vitesse de notre machine, et la conséquence en est qu'en dépassant certaines limites, les résultats des expériences ne s'accordent pas parfaitement avec celles du calcul. Eh bien! il n'y a pas de raison pourquoi les machines électro-magnétiques seraient sous ce rapport favorisées plus qu'aucune autre machine existante. Il n'y a pas de machine, quelle qu'elle soit, dont le travail ne soit pas influencé plus ou moins par des circonstances semblables qu'il est difficile de soumettre rigoureusement au calcul, mais qui cependant ne font pas tort à la justesse de la théorie de ces machines. Il nous suffira d'introduire dans nos formules un coefficient $\varkappa$, pour exprimer l'influence inconnue qu'ont sur le contre-courant la qualité des noyaux de fer doux, leurs dimensions et en général le système d'après lequel la machine est construite.

7.

Nous avions désigné par i l'intensité du courant, la vitesse de la machine étant $= 0$, soit i' l'intensité du courant, la vitesse de la machine étant devenue uniforme et i_1 l'intensité du contre-courant magnéto-électrique que nous venons de définir, nous aurons

$$i_1 = i - i' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Le magnétisme moyen m' des bobines ou des noyaux de fer-doux de l'un ou de l'autre système, pendant le mouvement uniforme de la machine, sera donc d'après ce que nous avons dit plus haut

$$m' = \beta i' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

et l'intensité du contre-courant

$$i_1 = \frac{\varkappa . m' . \beta . v}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

formule où v exprime la vitesse uniforme de la machine et ρ, comme nous l'avons dit plus haut, la résistance totale du circuit, y comprise celle de la pile. Ce circuit est identique pour les deux courants, savoir le courant galvanique et le courant magnéto-électrique qui agissent dans le même conducteur simultanément et en sens opposé. Pour fixer les idées, on peut considérer les bouts des bobines combinées comme l'origine de ce dernier courant, tandis que les deux pôles de la batterie sont l'origine du courant galvanique.

Des formules 5, 6, 7 données ci-dessus nous tirons

$$i_1 = \frac{\varkappa \beta^2 i' v}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

$$i' = \frac{i\rho}{\rho + \varkappa \beta^2 v} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

et en mettant $i = \frac{nk}{\rho}$, (1)

$$i' = \frac{nk}{\rho + \varkappa \beta^2 v} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

$$m' = \frac{\beta n k}{\rho + \varkappa \beta^2 v} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

$$v = \frac{\beta n k - m' \rho}{m' \varkappa \beta^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

8.

Les considérations faites jusqu'à présent s'appliquent à la conception la plus générale d'une machine électro-magnétique et n'exigent aucune connaissance de sa construction particulière. Pour y appliquer les principes généraux du travail mécanique, il ne nous faut non plus, ni cette connaissance, ni celle de la variation périodique de la force motrice. D'après ces principes, il est connu que dans chaque machine, quelle qu'elle soit, la somme du travail moteur est égale à la somme du travail résistant pendant le mouvement uni-

forme de la machine, ou, plus généralement parlant, pendant chaque période du mouvement où la machine reprend de nouveau sa vitesse initiale. Ceci n'exclut donc pas les machines à mouvement alternatif, rectiligne ou circulaire; non plus que celles, où les forces motrices ou résistantes sont des fonctions non seulement du chemin parcouru, mais encore de la vitesse; enfin, non plus les machines où il y a des mouvements brusques et des chocs. Les pertes de travail ou de force vive qui ont lieu dans ce dernier cas et qui sont absorbées par les difformations des corps rigides ou imparfaitement élastiques, ou par la communication de la force vive à d'autres masses étrangères, peuvent être toujours considérées comme faisant partie des travaux résistants, tant comme résistances stériles ou nuisibles, tels que p. e. les frottements etc. que comme résistances utiles, p. ex. dans les forges ou les moulins à pilons etc. Si donc, quant au principe susmentionné, nos machines électro-magnétiques ne sont pas des machines exceptionnelles, elles ne le sont pas non plus par rapport à un autre principe, non moins important. Soit qu'on les construise à rotation continue ou à mouvement alternatif, elles jouissent toujours de la propriété d'être susceptibles d'un maximum d'effet utile; propriété à laquelle participent la plupart des machines, vu qu'il n'y a presqu'aucun cas, où parmi les forces agissantes, soit résistantes soit motrices, il n'y en ait pas au moins quelques-unes qui soient des fonctions de la vitesse. Si nous voyons nos machines électro-magnétiques acquérir, plus ou moins rapidement, une vitesse toute uniforme ou périodiquement uniforme, et en même temps l'aiguille du galvanomètre prendre une position stable, nous en concluons qu'il y a alors égalité du travail moteur et du travail résistant. Nous pouvons donc substituer l'un à l'autre, et comme il est permis de transporter les moments de la résistance à un point quelconque du système mobile, ainsi de même au point d'attraction magnétique, mettre

$$R = \mu' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

et

$$m' = \beta \ldots \qquad (15)$$

et l'intensité du contre-courant

$$i = \ldots$$

formule où v exprime l[illegible] et ρ, comme nous l'av[illegible] du circuit, y comprise [illegible] tique pour les deux [illegible] et le courant magn[illegible] conducteur simul[illegible] idées, on peut [illegible] comme l'origi[illegible] pôles de la b[illegible]

$$\ldots (\varkappa\beta^2 v)^2 \ldots \qquad (16)$$

Des form[illegible] [illegible]vail de la machine

$$A = Rv = \frac{\beta nkm' - m'^2\rho}{\varkappa\beta^2} \qquad (17)$$

$$T = \frac{\beta nk\sqrt{R} - R\rho}{\varkappa\beta^2} \qquad (18)$$

$$T = \frac{v(\beta nk)^2}{(\rho + \varkappa\beta^2 v)^2} \qquad (19)$$

L'équation No. 18 nous montre qu'en prenant R sur l'axe des abscisses, c'est à dire en considérant le travail de la machine comme fonction de la résistance, le travail est exprimé par les ordonnées d'un arc parabolique dont l'axe des abscisses est une corde de la parabole. La courbe au contraire qui représente le travail comme fonction de la vitesse (19) est une courbe du troisième ordre qui a pour asymptote l'axe des abscisses.

Dans l'un ou l'autre cas le travail a, comme il s'entend, un maximum qu'on obtient en tirant des équations

$$\frac{dT}{dR} = 0$$

$$\frac{dT}{dv} = 0$$

les valeurs R_o, v_o corres

savoir

t ce

des spires β^2 ne disparaît

parce que β^2 se trouve

xpression de la force ou

ominateur dans l'ex-

de différentes lon-

re à être équiva-

au passage du

plus ou moins

ugmente la

nombre,

même

inue

dé-

vit

10.

En comparant l'équation (20)

$$R_o = \frac{\beta^2 n^2 k^2}{4\rho^2}$$

avec l'équation (4) art. 3

$$\mu = \frac{\beta^2 n^2 k^2}{\rho^2}$$

nous voyons, que pour obtenir le maximum de travail, la somme des forces résistantes de la machine, doit être réglée de manière à être égale à la quatrième partie de la moyenne attraction des aimants à l'état de repos (art. 4).

11.

En considérant l'équation No. 18 art. 9.

$$T = \frac{\beta n k \sqrt{R - R\rho}}{\varkappa \beta^2}$$

on voit que T devient $= 0$ en mettant $R = 0$ et

$$R = \frac{\beta^2 n^2 k^2}{\rho^2}$$

dans le premier cas on a $v = \infty$ (16) c'est à dire, qu'en faisant abstraction de toute résistance, même de celle de l'air, la

vitesse devient infiniment grande en même temps que l'intensité du courant devient $i = 0$. La machine marche alors uniquement en vertu de la force vive qu'elle a acquise, et sans l'aide d'aucune action magnétique. On voit donc, qu'il faut une vitesse infiniment grande, pour que l'intensité du contre courant magnéto-électrique devienne égale à celle du courant de la pile. — Dans l'autre cas, $R = \frac{\beta^2 n^2 k^2}{\rho^2}$, v devient de même $= 0$, si les forces résistantes sont égales à la moyenne force attractive des aimants temporaires à l'état de repos de la machine.

12.

Le maximum de travail dont une machine électro-magnétique est susceptible, et qu'il est du plus haut interêt de connaître,

$$T_o = \frac{n^2 k^2}{4\rho\varkappa}$$

est une expression d'une extrême simplicité et bien remarquable, en ce qu'il n'y entre aucun élément qui soit dépendant de la construction particulière de la machine, de la manière dont on combine les bobines etc. En effet, les bobines n'ont aucune influence sur ce maximum de travail par le nombre des spires qu'elles contiennent, mais seulement par la résistance qu'elles offrent au passage du courant. Si d'un côté, le nombre des éléments de la pile, et de l'autre, la résistance totale du circuit restent les mêmes, on peut augmenter ou diminuer le nombre des spires autant qu'on veut, sans faire subir le moindre changement au maximum du travail. Cependant, on a dans son pouvoir de changer à son gré les éléments de ce travail, savoir la force et la vitesse. En considérant les équations (20) et (21)

$$R_o = \frac{\beta^2 n^2 k^2}{4\rho^2}$$

et

$$r_o = \frac{\rho}{\varkappa\beta^2}$$

on voit que le carré du nombre des spires β^2 ne disparaît dans l'expression du travail $R_o v_n$, que parce que β^2 se trouve comme facteur du numérateur, dans l'expression de la force ou de la résistance, et comme facteur du dénominateur dans l'expression de la vitesse. En prenant des fils de différentes longueurs et épaisseurs, mais calculés de manière à être équivalents par rapport à la résistance qu'ils opposent au passage du courant, on peut donner aux bobines un nombre plus ou moins grand de spires. En augmentant ce nombre, on augmente la force de la machine en proportion du carré de ce nombre, mais en même temps la vitesse se diminue dans la même proportion. En diminuant le nombre des spires, on diminue la force, mais on augmente la vitesse. Ceci n'est pas une déduction purement théorique ; avant de trouver que c'était une loi, nous l'avions constaté comme expérience. La résistance totale ϱ étant composée de la résistance de la pile et de celle des bobines, on pourrait encore varier les éléments du travail en variant ces deux résistances, à la condition que leur somme restât la même. En cas p. e. qu'on voudrait augmenter la résistance des bobines, il faudrait augmenter en même temps la surface des éléments de la pile. Le travail maximum de la machine resterait toujours le même.

L'art des machines n'est autre chose que l'art de la transformation du travail. La plupart des forces motrices de même que la plupart des forces résistantes étant comme nous l'avons indiqué plus haut, des fonctions de la vitesse, il y a pour chacune de ces forces une certaine vitesse qui, d'un côté, correspond au maximum d'effet et de l'autre au minimum de dépense. S'il s'agit de transmettre le mouvement d'un point à l'autre de manière à imprimer à ce point la vitesse conforme au maximum d'effet utile, on se sert comme on sait d'engrenages, de poulies à courroies, de leviers et d'autres moyens de transmission. En employant l'électro-magnétisme comme force motrice, on peut se passer de ces moyens de transmission, et varier les éléments du travail en donnant immédiatement au moteur la vitesse convenable.

13.

Dans le calcul de l'effet des machines, les dépenses pour l'entretien de la force motrice sont, sous le point de vue industriel, de la plus haute importance. Eh bien! dans nos machines électro-magnétiques, nous pouvons lire à chaque instant au limbe du galvanomètre, les frais d'entretien qu'elles exigent, et qu'il est facile d'introduire dans nos formules. En effet, nous savons que ces frais d'entretien, abstraction faite de tous les faux frais, sont proportionnels à l'intensité du courant, multipliée par le nombre des couples dont consiste la pile (art. 2. No. 2). En représentant par q'_0 ces frais d'entretien nous avons

$$q'_0 = ni'$$

et en substituant pour i' sa valeur (10)

$$i' = \frac{nk}{\rho + \varkappa\beta^2 v}$$

et pour v la valeur de

$$v_0 = \frac{\rho}{\varkappa\beta^2} \quad (21)$$

nous obtenons

$$i'_0 = \frac{nk}{2\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

et

$$q'_0 = \frac{n^2 k}{2\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

$$T_0 = \frac{kq'_0}{2\varkappa} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

14.

Cette dernière formule (25) résume le fait important, que quoique les forces agissantes des machines électro-magnétiques soient bien compliquées, et quoique ces forces elles mêmes soient d'une nature toute différente de celle des autres forces employées au mouvement des machines, ni cette loi générale de la réciprocité de la force et de la vitesse,

ni celle de la proportionalité des dépenses et du travail ne s'y démentissent. Cependant, on ne doit pas perdre de vue, que dans la formule (25), la force électro-motrice de la combinaison voltaïque dont on se sert, entre comme facteur, et qu'en conséquence, il est avantageux de choisir pour la construction de la pile, les métaux doués de la plus grande puissance électro-motrice. Une livre de zinc p. e. dissous dans une batterie de Grove, nous donne $1^3/_4$ plus de travail qu'une livre de zinc dissous dans une batterie de Daniell.

15.

En divisant la quantité de travail, par la dépense, on obtient une expression très importante dans la mécanique industrielle. C'est l'effet économique, ou ce que les Anglais appellent duty. En désignant par E cet effet économique nous avons

$$E = \frac{T_o}{q'_o} = \frac{k}{2\varkappa} \ldots\ldots\ldots (26)$$

Il faut remarquer que cette formule n'exprime pas l'effet utile pur, T_o étant le travail total, y compris le travail utile et le travail nuisible ou stérile. Cependant, cette expression nous fait voir, que l'effet économique est entièrement indépendant de la disposition de la batterie, de même que de celle des bobines, et qu'il ne contient qu'une fraction dans laquelle la force électro-motrice se trouve au numérateur, et $\varkappa$ au dénominateur, c'est à dire, ce coefficient qui dépend, comme nous l'avons dit plus haut, de la force coërcitive du fer-doux et de la construction de la machine en général. Pour le même genre de machines électro-magnétiques et pour la même combinaison voltaïque, le maximum de l'effet économique est donc une quantité constante qui ne dépend ni de l'épaisseur des fils, ni de celle des bobines enveloppantes, ni de la surface ni du nombre des couples voltaïques, que contient la pile. En passant d'un genre de machines à un autre, en comparant p. e. les machines à mouvement circulaire continu avec celles à mouvement alternatif, ce ne sera peut-être que le coefficient $\varkappa$ qui en sera affecté.

16.

Dans l'expression du maximum de travail (22)

$$T_o = \frac{n^2 k^2}{4\rho\varkappa}.$$

on peut considérer T_o comme fonction du nombre n des couples de la pile. Soit σ la surface totale de la pile, λ la résistance de l'unité de surface d'un couple, enfin λ' la résistance des bobines, nous avons

$$\rho = \frac{n^2\lambda}{\sigma} + \lambda'$$

et

$$T_o = \frac{\sigma n^2 k^2}{4\varkappa(n^2\lambda + \lambda'\sigma)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (27$$

Nous voyons par cette formule, que le maximum de travail qu'on obtient par une pile à surface totale donnée, s'accroît avec le nombre des éléments, ou avec la diminuation de leur surface. En supposant $n^2\lambda$ devenu assez grand pour pouvoir négliger le terme $\lambda'\sigma$, nous avons comme limite du travail maximum:

$$T_o = \frac{\sigma k^2}{4\varkappa\lambda} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (28)$$

et comme limites de la force et de la vitesse, de même comme limite de l'intensité du courant

$$R_o = \frac{\beta^2\sigma^2 k^2}{4\lambda^2 n^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (29)$$

$$v_o = \frac{n^2\lambda}{\varkappa\sigma\beta^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (30)$$

$$i'_o = \frac{\sigma k}{2n\lambda} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (31)$$

Cette intensité est comme on voit la moitié du courant maximum d'un seul couple, dont le fil conjonctif est assez épais pour que sa résistance puisse être mise $= 0$.

17.

D'après les lois des électro-aimants, on obtient le maximum d'aimantation, en donnant à la pile un arrangement tel que sa résistance devienne égale à celle des bobines, ou que

$$\lambda' = \frac{n^2 \lambda}{\sigma}.$$

En mettant dans la formule 22

$$\varrho = \frac{2n^2 \lambda}{\sigma}$$

on obtient

$$T_0 = \frac{\sigma k^2}{8\pi\lambda} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (32)$$

c. a. d. la limite du travail mécanique qu'une pile à surface donnée peut produire (28), n'est que le double du travail qu'on obtient en donnant aux électro-aimants leur maximum d'aimantation. En même temps, ce sera la disposition à faire, lorsqu'il s'agit de donner à une machine électro-magnétique la plus grande force, sans s'éloigner du maximum de travail.

En mettant dans l'équation (21)

$$v_0 = \frac{\varrho}{\pi\beta^2}$$

$$\varrho = \frac{\lambda'\sigma + n^2\lambda}{\sigma}$$

on obtient

$$v_0 = \frac{\lambda'\sigma + n^2\lambda}{\pi\sigma\beta^2}$$

formule qui nous montre, que toutefois en conservant le maximum de travail, la vitesse de la machine s'accroît si on augmente n. Cependant en pratique il n'est pas avantageux de dépasser certaines limites de vitesse, parce qu'en accélérant la marche de la machine, on augmente une partie des résistances nuisibles et l'on diminue l'effet utile.

18.

En comparant les formules No. 1 art. 2 et No. 22 art. 13, on voit que

$$i = 2i_0'$$

c. a. d. que l'intensité du courant primitif est la double de celle qui correspond au travail maximum. Si pendant la marche de la machine, on observe la déviation de l'aiguille, on voit facilement si cette déviation correspond ou non, au maximum du travail. En cas que les circonstances permettent d'augmenter ou de diminuer à volonté les forces résistantes, p. e. si le travail de la machine consiste à vaincre les frottements d'un frein dynamométrique ou à élever des poids à une certaine hauteur, on ralentira ou accélérera la vitesse de la machine en augmentant ou diminuant les frottements ou les poids jusqu'à ce que i_0' soit devenu $= \frac{1}{2} i$. C'est seulement de cette manière que nous pouvons obtenir la vraie et exacte mesure comparative des effets des machines de différente construction.

19.

Les lois des machines électro-magnétiques s'appliquent, comme nous l'avons dit, à toutes les machines où l'électro-magnétisme sert de moteur, quelle que soit leur construction. C'est donc la généralité de ces lois, qui nous donne le droit d'aborder la grave question sur l'avenir de l'électro-magnétisme comme force motrice appliquée à l'industrie. Cette question ne peut pas, à l'heure qu'il est, être considérée comme définitivement résolue, mais c'est un pas en avant que de l'avoir fait sortir de son état flottant et de lui avoir imprimé un caractère tranché et précis. C'est ce que nous avons fait il y a dix ans, et c'est ce qui a mis un terme à nos travaux. Nous avons cédé aux inflexibles lois de la science et aux résultats de l'expérience, en abandonnant sans regret nos aperçus, qu'au commencement de nos travaux, personne n'avait le droit de qualifier comme illusions.

D'après l'état actuel de nos connaissances, le magnétisme et l'électricité n'ont pas de chance favorable d'être appliqués à

l'industrie comme forces motrices. L'effet mécanique ou le travail que ces forces sont susceptibles de produire, est en considération des dépenses qu'exige leur entretien, beaucoup inférieur à celui des autres moteurs usuels. Les formules que nous avons données se prononcent d'une manière toute décisive, qu'il n'y a de succès à attendre que de la plus grande valeur à donner à la fraction $\frac{k}{\varkappa}$. Or d'un côté, il faut inventer une nouvelle pile, découvrir une nouvelle combinaison voltaïque, dont la force électromotrice surpasse de beaucoup celle de la pile de Grove et dont l'emploi fût aussi simple, que celui de cette dernière est difficile et coûteux. De l'autre côté, il n'est nullement impossible qu'un jour une machine électro-magnétique soit inventée, dans laquelle la quantité $\varkappa$ soit assez petite pour donner à la fraction $\frac{k}{\varkappa}$ une valeur plus considérable qu'on ne l'avait obtenue jusque-là. Cependant il s'en faut de beaucoup pour donner à l'électro-magnétisme comme force motrice une signification industrielle. En aucun cas, on ne parviendra à obtenir d'une livre de zinc un plus grand effet utile en augmentant seulement, comme on a cru pouvoir le faire, les dimensions des machines d'un même système[5]). Pour le moment il ne nous resterait donc que la chance de diminuer les frais d'entretien en utilisant avantageusement les produits électrochimiques de la pile. Pour fixer les idées, supposons qu'on utilise le sulfate de zinc qui se forme dans la pile, en le transformant en carbonate de zinc pour l'employer dans la peinture au lieu de la céruse, et qu'en même temps, on donne à la pile de Daniell une disposition conforme aux procédés de la galvanoplastique, pour obtenir au lieu du cuivre brut ou en déchets qu'il fallait refondre, du cuivre façonné qui ait

5) Pendant l'impression de ce mémoire, on a reçu la nouvelle que le professeur Page de Washington a résolu le problème dont nous nous occupons. L'entretien d'un cheval électro-magnétique coûte moins que celui d'un cheval à vapeur dans les meilleures machines à vapeur. Cette nouvelle aurait pu nous faire supprimer les lignes que nous venons d'écrire.

une valeur supérieure. Contre l'application d'un tel système d'économie il n'y aurait rien à redire; cependant observons que les procédés de galvanoplastique que nous proposons d'utiliser simultanément avec le travail mécanique, que ces procédés ne pourraient plus aller leur train ordinaire. En effet, dans ces procédés on emploie ordinairement des conducteurs assez épais pour que leur résistance puisse être négligée. La production totale de cuivre sera donc représentée dans ce cas par

$$\frac{k\sigma}{\lambda}$$

En activant par la même pile à surface totale σ, une machine, la production de cuivre ne sera que

$$\frac{n^2 k\sigma}{2(n^2\lambda + \sigma\lambda')}$$

ou dans le cas que la machine exerce son maximum de force,

$$\frac{k\sigma}{4\lambda}$$

c'est-à-dire que dans ce cas, nous ne pouvons produire que le quart de la quantité de cuivre que nous obtiendrions dans le même temps par les appareils ordinaires. En construisant les bobines de manière, que leur résistance puisse être négligée, on obtient

$$\frac{k\sigma}{2\lambda}$$

ou la moitié de la quantité maximum de cuivre qu'une surface donnée σ peut fournir. Conformément à ces conditions, le travail de la machine sera

$$T_0 = \frac{k^2\sigma}{4\varkappa\lambda}.$$

20.

Dans mes nombreuses expériences sur les machines électromagnétiques, loin d'avoir pu, ni même sérieusement voulu

déterminer rigoureusement ou même approximativement, la quantité absolue de zinc qu'il faut dissoudre pour produire l'unité de travail, je ne suis pas même parvenu à déterminer la quantité relative à la construction particulière qui avait été choisie. Autant que j'avais gardé l'espoir de résoudre notre problème uniquement en donnant de plus grandes dimensions aux électro-aimants, je n'ai pas cru nécessaire de faire des recherches dans cette voie. Plus tard, après avoir reconnu, de quoi il s'agit principalement dans ces machines, j'ai reculé devant des travaux pénibles, qui n'auraient eu pour résultat que d'apprendre par des mesures exactes, ce qu'avait fait entrevoir l'aperçu le plus superficiel, savoir que l'entretien de ce moteur est infiniment plus coûteux que celui des moteurs usuels. Cependant on a fait, de plusieurs côtés, des tentatives pour se mettre au fait de la quantité de travail qu'on peut définitivement obtenir par la dissolution d'une certaine quantité de zinc. Je ne citerai ni les auteurs de ces tentatives ni les résultats qu'ils ont obtenus et qui ne méritent aucune confiance, vu que dans les expériences qui servent de base, on est parti des principes erronnés et n'a tenu aucun compte du travail maximum dont nos formules ont relevé l'importance. Il me semble qu'il vaut mieux ne pas avoir des chifres du tout que d'en avoir de faux.

21.

Il serait de la plus haute importance de savoir s'il y a une relation définie entre le travail mécanique et l'action électro-chimique. Dans les derniers temps, on a commencé à discuter cette question, mais au lieu de la résoudre, on s'est arrêté à des aperçus vagues. M. Liebig dans *ses lettres chimiques* p. 116 émet l'hypothèse: que les travaux développés dans une machine électro-magnétique par l'électro-oxydation d'une certaine quantité de zinc, et dans une machine à vapeur par la combustion d'un même poids de charbon, sont réciproques des poids atomiques de ces deux substances. Cette hypothèse, n'étant ni fondée sur des expériences ni sur des calculs, n'a aucune valeur. Si un jour elle se réalisait, ce serait un progrès immense qu'aurait fait la science.

Relatif à l'application de la chaleur au mouvement des machines, on est peut-être plus avancé. On sait au moins par de nombreuses expériences, que telle et telle quantité de charbon peut, par sa combustion, transformer telle et telle quantité d'eau en vapeurs de telle et telle tension, et l'on est ainsi à même de calculer la force vive qu'on peut obtenir par l'expansion de cette vapeur. C'est là la limite qu'on ne pourra pas franchir, quel perfectionnement qu'on fasse à la machine à vapeur. Pour toutes les recherches ultérieures, c'est un grand avantage que d'avoir une telle limite. Cependant ici elle n'est que l'équivalent dynamique de la chaleur appliquée à la production de la vapeur d'eau. Elle n'exprime pas l'équivalent théorique et est bien loin d'avoir cette signification générale et toute définie que le travail mécanique provenant d'une chute d'eau, d'un poids tombant d'une certaine hauteur, ou enfin de la force musculaire. Les expériences connues de M. Joule et les recherches théoriques de M. Clausius [6]) paraissent être, sous ce rapport, d'un très grand intérêt, et il serait bien à désirer qu'on ait bientôt de pareilles recherches sur l'effet dynamique absolu de l'électricité.

23.

Si nous comparons la formule que nous avons obtenue pour le travail maximum, savoir

$$T_0 = \frac{n^2 k^2}{4 \rho \varkappa}$$

avec l'expression que MM. Joule et Lenz ont trouvée pour la quantité de chaleur développée dans une portion métallique d'un circuit galvanique, expression qu'on peut comme, M. Poggendorff l'a montré, étendre au circuit total, et à laquelle on peut donner la forme

$$\frac{n^2 k^2}{\rho}, \quad [7])$$

6) Poggendorff, Annales T. LXXIX p. 368.

7) Dans le mémoire de M. Poggendorff (Ann. Vol. 73) k signifie la force électromotrice totale de la pile, chez nous cette force électromotrice est exprimée par nk.

on trouve l'accord le plus remarquable entre ces deux manifestations toutes différentes du courant voltaïque. En effet, il n'y a, dans l'expression du travail, que le facteur $\frac{1}{2}$ par lequel elle diffère de celle de la chaleur. Nous avons expliqué plus haut la signification de ce facteur qui n'a aucun rapport avec la disposition de la pile. Pendant que la machine exerce son travail maximum, l'intensité du courant est réduite à la moitié de l'intensité primitive. La résistance des bobines étant la même avant et pendant le mouvement, cette diminution de l'intensité ne peut être attribuée qu'à la diminution proportionelle de la force électromotrice. Eh bien! nous avons alors exactement l'expression

$$\frac{n^2 k^2}{4\rho}$$

pour la quantité totale de chaleur, développée dans le circuit pendant le mouvement qui correspond au maximum de travail, quantité qui n'est que le quart de la quantité primitive de chaleur.

Cette parité ou plutôt cette proportionalité admirable entre la chaleur et le travail développé par le courant, ne nous donne cependant pas le droit de parler, comme l'a fait M. Joule, d'une transformation de la chaleur en travail mécanique; non plus que d'identifier, sans s'appuyer sur des expériences plus concluantes que celles de M. Joule, les travaux produits par l'unité de chaleur dans une machine à vapeur et dans une machine électro-magnétique. Cet accord ne nous donne pas le mot de l'énigme, mais nous renvoie au contraire à quelque chose d'incompris et d'inconnu. «Dans la pile fermée, ai-je dit à une autre occasion [3]), les «effets électrolytiques, thermiques, de polarisation électro-«magnétique et enfin, les effets dynamiques existent simulta-«nément, à même droit et dans la même proportion. Si on «parvient un jour à exprimer par les mêmes unités ces effets «différents, on trouvera probablement que la force engendrée

3) Bulletin scientifique T. VIII. No. 67.

«et soutenue par le contact est une quantité aussi constante «que la force vive d'un système de points matériels qui se «trouve en mouvement. Il ne s'agirait alors que de trans-«former autant que possible en effet utile, ces différentes «manifestations du courant, de même que dans l'art des ma-«chines, il s'agit de diminuer autant que possible, cette par-«tie de la force vive dépensée à vaincre des résistances ou à «produire des effets, étrangers à l'effet utile».

23.

Au commencement de mes travaux, il y a environ seize ans, où on ne savait rien encore des lois des électro-aimants, les machines électro-magnétiques n'avaient pu être construites que par tâtonnement. Ces lois ayant été trouvées par une suite de travaux entrepris par M. Lenz et moi, travaux que l'insuffisance des moyens dont la science pouvait disposer alors rendait bien pénibles, la première conséquence que la découverte de ces lois a eue, ne fut autre que d'induire dans des erreurs tous ceux, et je ne m'en excepte pas, qui s'occupaient ou s'intéressaient à ce nouveau moteur. En effet, en voyant d'un côté l'attraction magnétique illimitée qu'on obtient d'une quantité donnée de zinc oxydé dans la pile, et de l'autre, cette attraction agissante comme le carré des courants ou plutôt comme le carré des magnétismes produits, les attentes les plus exagérées quant aux effets de notre moteur, parurent parfaitement justifiées. Qui aurait pu prévoir alors, que des électro-aimants exerçant une immense attraction l'un sur l'autre, ne devaient être rangés que dans la catégorie des leviers ou d'autres mécanismes simples, ou de ce paradoxe hydrostatique qui a donné naissance à la presse hydraulique et à la machine à colonne d'eau? que d'énormes électro-aimants, disposés de manière à agir comme force motrice, n'auraient pas plus d'effet dynamique que des électro-aimants tout faibles, et que la différence ne consisterait qu'à donner d'autres valeurs aux deux facteurs du travail, sans en affecter le produit? enfin que les machines à gros aimants exerçant une immense force, n'auraient qu'une vitesse réciproque de cette force? Les lois qui font l'objet de ce mé-

moire et qui ont été publiées l'an 1840 auraient pu mettre un terme à toute espérance séductrice.

24.

Cependant il n'en fut pas ainsi, comme l'ont prouvé M. Steinheil de Munich, qui même après la connaissance de ces lois, persista d'avoir trouvé le travail des machines électro-magnétiques, augmentant à l'infini avec les dimensions de leurs organes, la consommation du zinc restant la même, et M. Wagner de Francfort s/M. qui ne termina qu'en 1854 ses travaux laborieux mais infructueux et qui avaient été entrepris sous l'impression de la même erreur. Le jugement d'une commission chargée par la diète germanique d'examiner les travaux de M. Wagner n'a pu être que d'accord avec nos lois, grâce à la circonstance que M. Ettinghausen de Vienne, savant tout à fait à la hauteur de la question, avait été nommé membre de la dite commission.

25.

Dans le troisième volume des Archives de l'électricité de M. de la Rive, M. le chevalier Botto de Turin, a publié, p. 395 un mémoire, avec une note additionnelle «sur les «rapports entre les effets dynamiques des machines «électro-magnétiques et les dimensions de leurs «organes» p. 410. On trouve dans cette note le résumé de trois expériences faites avec une machine électro-magnétique dans le but de comparer entre eux, le travail obtenu et l'intensité du courant pendant le mouvement de la machine. L'intensité du courant, dans ces expériences, fut mesurée par la quantité de gaz mélangé, recueilli dans un voltamètre, et le travail evalué en kilogrammes élevés à 1^{m} de hauteur.

Voici ces expériences:

	1er exp.	2de exp.	3^{me} exp.
nombre des tours de la roue réduite à l'uniformité	74,00	44,00	23,00
nombre des ½ oscillations accomplies par l'aiguille dans 1′	61,00	48,00	42,00

gaz mélangé, recueilli ou calculé			
en centimètres cubes	68,75	50,00	27,00
travail dépensé en kilogrammes,			
élevés à 1m	117,92	70,63	33,00

M. Botto avait bientôt reconnu que les carrés des nombres de la troisième ligne étaient assez approximativement proportionels aux nombres qui leur correspondent dans la quatrième ligne et il en déduit la conclusion, qu'en faisant quelques changements dans les dimensions des électro-aimants, de même que dans celles de la pile, on obtiendrait un effet dynamique 130 fois plus grand que celui de la première expérience et qui n'exigerait cependant qu'une dépense de zinc 30 fois plus grande.

Il y a donc dans cette conclusion une contradiction avec les lois des machines électro-magnétiques, contradiction qui s'explique suffisamment par le sens que le savant de Turin attache au mot de travail. Les nombres de la troisième ligne de la table, ou les poids élevés à 1m de hauteur, ne représentent des travaux comparables entre eux, qu'étant multipliés par les vitesses avec lesquelles ces poids ont été élevés à la hauteur donnée, ou avec les nombres correspondants de la première ligne, supposé toutefois que ces nombres soient proportionels à ces vitesses. Il est à regretter que M. Botto n'ayant pas tenu compte du maximum de travail, et ne nous ayant non plus eclairci sur quelques circonstances importantes de ses expériences, nommément sur la manière dont le courant a été affaibli pour obtenir les différents effets dynamiques, il est à regretter dis-je que ces expériences étant du reste parfaitement d'accord avec nos lois sur l'attraction des électro-aimants, ne nous permettent aucune conclusion rélative au travail des machines électro-magnétiques.

26.

Dans le 73me volume des Annales de physique et de chimie de M. Poggendorff, ce savant a publié un mémoire lu à l'académie royale des sciences de Berlin dans la séance du 25 novembre 1848, sous le titre: «Considéra-

tions sur ce qui se passe dans le courant galvanique». Dans une note qui se trouve p. 347 M. Poggendorff dit, qu'il n'a nullement l'intention de se mêler des applications pratiques du courant galvanique comme moteur, mais qu'il ne saurait supprimer la remarque, que dans tous les efforts de cet espèce, parvenus à sa connaissance, on a manqué son but, en ce qu'on a cherché d'économiser mal à propos; «si toutefois, continue M. Poggendorff, la force mécanique de l'électricité galvanique était susceptible d'une application technique, on n'en pourrait attendre des avantages, «qu'en employant un courant tellement affaibli, que son activité entretenue pendant des semaines entières ni détériore «la pile, ni n'occasionne beaucoup de dépenses; et cela sera «seulement atteint par l'emploi d'une très grande masse de fil «d'archal. Il ne m'est connu aucune expérience dans laquelle «on ait agi exactement d'après ce principe». Après avoir calculé, qu'en employant un fil de cuivre de 46000 pieds de long et de 2 lignes d'épaisseur et pesant 4570 livres, on affaiblirait le courant d'un couple de Grove de manière à n'être équivalent qu'à 14,22 centimètres cubes de gaz fulminant développés par minute, M. Poggendorff continue: «Certes, dit «il, on ne pourra pas dire, à l'heure qu'il est, quel sera l'effet «de ce fil en l'employant avantageusement; mais il sera très «près de l'effet qu'en général on pourra obtenir d'un fil de «cuivre de l'épaisseur donnée et il est clair, qu'après avoir «fait la première, à la vérité très considérable dépense pour «la masse de cuivre, les frais d'entretien ne seraient pas con«sidérables, parce que en 24 heures il n'y aurait que $2^{gr},8$ «de zinc électro-oxydé dans la batterie».

J'ai été d'autant plus vivement surpris de retrouver ainsi sous une autre forme, mais encore en 1848, les erreurs susmentionnées de M. Steinheil et de M. Wagner, que je suppose que M. Poggendorff doit avoir eu connaissance de mon premier mémoire (Ann. T. 51). Ces erreurs paraissant donc bien enracinées, je ne désire rien de plus, que de voir les développements que je viens de donner, contribuer à les rectifier. Aussi ne puis-je le répéter assez souvent, que je ne suis parvenu aux lois du travail électro-magnétique, qu'après avoir

fait beaucoup d'expériences précisément du genre de celles que M. Poggendorff réclame, et qu'après avoir trouvé en défaut, quant aux effets dynamiques, le principe sur lequel ce savant s'appuie et qui ne m'a pu être inconnu, vu que c'est qui l'ai découvert moi-même.

27.

Pour conclusion, je ne saurai passer sous silence la fausse interprétation de mes formules que donne M. Müller, professeur de Fribourg en Brisgau, dans l'espèce de répertoire qu'il vient de publier en allemand sous le titre: «Bericht über die neuesten Fortschritte der Physik». M. Müller m'impute d'avoir dit moi-même, que mes formules impliquent la condition, que la pile soit disposée de manière à offrir la même résistance au passage du courant, que le reste de la chaine, savoir à produire le maximum d'aimantation. Je ne sais pas où je puis m'avoir exprimé ainsi, certainement pas dans le mémoire que cite M. Müller, non plus que dans la note additionelle, dont il ne paraît pas avoir eu connaissance. C'est précisément la remarquable simplicité de ces formules qui se prononce par le fait, que le travail mécanique maximum ou plutôt l'effet économique n'est nullement compliqué avec ce que M. Müller appelle, les circonstances spécifiques des moteurs électro-magnétiques. Ce savant n'a donc pas non plus voulu nous épargner l'occasion d'apprendre, comment nous aurions dû faire pour parvenir plus vite à la solution de notre problème.

28.

Je n'ai voulu citer que ce peu d'exemples d'erreurs commises, exemples que j'aurai bien pu multiplier encore; mais j'hésite de le faire dans un moment où l'Angleterre et l'Amérique se disputent la gloire, d'avoir enfin incorporé l'électro-magnétisme comme force motrice, au domaine de l'industrie.

(Tiré du *Bullet. phys.-mathém. T. IX. No.* 19. 20.)

29 Novembre / 11 Decembre 1850.

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LA MESURE DU COURANT GALVANIQUE PAR LA DÉCOMPOSITION DU SULFATE DE CUIVRE; PAR M. JACOBI.

Dans mon mémoire *sur la théorie des machines électro-magnétiques* que j'avais présenté à la Classe dans sa dernière séance, j'ai dit art. 13, qu'on peut lire au limbe du galvanomètre, la dépense théorique qu'exige l'entretien d'une machine électro-magnétique pendant un temps donné. En me prononçant ainsi, je suis parti de la supposition généralement adoptée, que la remarquable loi de Faraday, *sur la proportionalité* de la force du courant et de l'action électrolytique dans la pile, est rigoureusement prouvée. En interposant, comme je l'entends, un galvanomètre dans le circuit voltaïque, il est d'abord nécessaire que la loi de ce galvanomètre, ou la relation qui existe entre les déviations de l'aiguille et les forces du courant, soit exactement connue. Je ne m'étendrai pas ici sur les différentes méthodes de mesurer les courants par le galvanomètre magnétique. On sait qu'à cet effet, on se sert des boussoles à sinus ou des boussoles à tangentes, qu'en certains cas on peut se servir aussi de la balance de M. Becquerel, et qu'on peut enfin, par la méthode de M. Nervander et de M. Poggendorff, trouver une loi

empyrique, pour exprimer avec assez d'exactitude, la relation en question. Les dispositions pour l'exacte mesure des courants étant faites, il faut encore faire un pas ultérieur, pour donner au galvanomètre toute l'utilité pratique dont il est susceptible, et déterminer pour une ou plusieurs déviations l'action électrolytique qui leur correspond. La loi de Faraday nous mettrait alors à même, ou de calculer une table contenant les déviations et les actions électrolytiques, ou de diviser immédiatement le limbe du galvanomètre en des parties correspondantes aux multiples d'une décomposition électrolytique, qu'on aura choisie pour unité. De cette manière l'aiguille du galvanomètre accuserait immédiatement la quantité de zinc électro-oxydé dans chaque couple de la pile pendant 24 heures, ou quelqu'autre effet analogue. Cependant la vérification de la loi de Faraday rencontre d'immenses difficultés, dès qu'il s'agit de mesures exactes. Énumérer ces difficultés, et en discuter toutes les causes, nous conduirait trop loin. La relation entre le galvanomètre chimique et le galvanomètre magnétique, quoiqu'elle ait été l'objet de beaucoup de recherches, n'a jamais été, d'après mon avis, établie avec la même exactitude qu'on avait réussi d'apporter dans les mesures du courant, au moyen de l'aiguille aimantée. Le voltamètre à plaques de platine, ne pouvant être regardé qu'avec méfiance, depuis que j'avais fait connaître la résorption du gaz fulminant qui a lieu dans cet instrument, (Bulletin de la Classe physico-mathématique, t. VII, p. 161) j'ai cru pouvoir recourir aux décompositions du sulfate de cuivre, pour fixer l'unité du courant. Quoique cette substance n'ait pas, dans le sens de M. Faraday, le caractère d'une décomposition primaire, des expériences préalables, faites à cet égard, avaient donné des résultats assez satisfaisants. Cependant ne m'ayant pas voulu contenter de ces résultats, j'ai cru indispensable de commencer par l'examen du cas le plus simple. J'ai donc pris une cuve en verre, assez large et remplie de sulfate de cuivre dissous en 3,5 parties d'eau, dans quelle solution deux électrodes de cuivre, pesés d'avance sur une balance très délicate, furent plongés après avoir été réunis dans un et le même circuit, avec un galvanomètre très délicat, un tégal-

mène à fil de platine et un couple de Daniell. Le courant ayant été soutenu pendant 4 heures de suite, à une déviation constante de 35°, au moyen de l'agomètre, voici les résultats que j'ai obtenus à différentes reprises :

Date des expériences.	Perte de l'anode.	Augmentation du poids du cathode.
10 août 1846.	1gr,4986	1gr,4190
12 » »	1 »,4998	1 »,4241
15 » »	1 »,5028	1 »,4352
16 » »	1 »,5083	1 »,4525
17* » »	1 »,4865	1 »,4425

En regardant les quatre premières observations, on voit de suite que les effets de décomposition, au lieu de s'accorder jusqu'à une limite très étroite, vont toujours en croissant, avec des différences beaucoup trop grandes pour pouvoir être attribuées à des fautes d'observation. Toutes les circonstances étant restées les mêmes, ce manque d'accord n'a pu provenir, que de la plus grande concentration que la solution du sulfate de cuivre a acquise par l'évaporation spontanée de l'eau, évaporation facilitée par la haute température d'été et par la circonstance que le vase contenant le liquide n'avait été recouvert pendant tout le temps des expériences, que d'une feuille de papier. En effet, la solution ayant été étendue de nouveau par une certaine quantité d'eau, l'expérience du 17 août, marquée d'un astérique, fit immédiatement voir, que les effets électrolytiques avaient diminué. Je n'ai pas pu continuer ces expériences, que je me propose de reprendre en temps opportun, en étendant en même temps mes recherches sur l'influence que pourront avoir, sur la décomposition du sulfate de cuivre, les dimensions et la configuration des électrodes, leur distance, la température du liquide, etc. Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus m'ont fait abandonner pour le moment le projet de me servir de la décomposition du sulfate de cuivre, pour déterminer l'unité du courant, en me réservant toutefois d'y recourir pour les cas, où la dernière exactitude n'est pas requise. — La plus

grande différence des nombres de la seconde colonne de la table des observations, n'étant que de 1,5 pour cent, tandis que cette différence se monte à 2,4 p. c. pour les nombres de la troisième colonne, on se servira, comme mesure du courant, plutôt des poids perdus de l'anode par son électro-oxydation, que des poids du cuivre réduit à la surface du cathode. En additionnant les poids de cuivre perdu d'un côté et réduit de l'autre, on a en totalité 7 gr,4962 de cuivre perdu et 7 gr, 1743 de cuivre réduit, ce qui fait une assez grande différence de 4,5 pour cent. Le non-accord entre ces deux effets est connu depuis long-temps, et n'a pas pu échapper aux galvanoplasticiens; cependant, les expériences ayant été toujours faites avec le sulfate de cuivre du commerce qui contient pour la plupart de l'acide libre, adhérent aux crystaux, on ne pourra pas tenter l'explication de cette anomalie, avant de n'avoir pas fait des expériences exactes, avec du sulfate de cuivre chimiquement pur.

(Tiré du *Bullet. phys.-mathém.* T. IX. *No.* 21.)

$\frac{12}{24}$ Septembre 1851.

Kurzer Bericht über magnetische Beobachtungen und geographische Ortsbestimmungen, angestellt im Jahre 1850 auf einer Reise von Kasan nach Astrachan

von A. SAWELIEFF.

In Folge eines mir von Sr. Excellenz dem Herrn Gehülfen des Curators des Kasanischen Lehrbezirks Lobatschefsky gewordenen Auftrags, reiste ich während der drei Sommermonate des vergangenen 1850 Jahres aus Kasan über Simbirsk, Sergievsk, Samara, Chwalynsk, Saratow nach Astrachan und von da über Saratow, Pensa und Nijni-Nowgorod nach Kasan zurück. Der Hauptzweck dieser Reise bestand darin in allen auf dem Wege gelegenen Städten, wo meteorologische Beobachtungen gemacht werden, die meteorologischen Observatorien und Instrumente zu revidiren. Ich benutzte die sich mir darbietende Gelegenheit um an einigen der von mir besuchten Puncte geographische Ortsbestimmungen und Beobachtungen der magnetischen Inclination und Intensität zu machen. Indem ich mir vorbehalte das Detail der Beobachtungen in den Gelehrten Nachrichten der Kasanischen Universität (Ученыя Записки Казанскаго Университета) bekannt zu machen, habe ich die Ehre die Re-

Namen der Orte.	Breite.	Länge von Ferro.	Inclination.	Horizontale (absolute) Intensität.	Total-Intensität.
Kasan (Observatorium) . .	55° 47′ 41″,0	66° 46′ 55″	68° 30′,8	1,8518	1,4469
Simbirsk (Kirchhof)	54° 19′	68° 5′	67° 4′,8	——	——
Dorf Sergiewsk (Privathaus)	53° 55′ 25″	68° 54′ 2″	67° 47′,9	1,9456	1,4736
Samara (id.) . .	53° 10′	67° 45′	66° 23′,7	1,9983	1,4283
Chwalynsk (Privathaus) . .	52° 29′ 59″	65° 46′ 44″	65° 53′,8	1,9973	1,3998
Saratow (Gymn. Garten) . .	51° 32′ 22″	63° 43′ 13″	64° 48′,7	1,9866	1,3359
Kamyschin (Kreisschule)	50° 5′ 39″	63° 4′	64° 3′,2	2,0470	1,3391
Dubofka (Poststation) . .	49° 3′ 38″	62° 29′ 51″	——	——	——
Zaryzin (Kreisschule). . .	48° 42′ 58″	62° 11′ 8″	62° 39′,6	2,1866	1,3589
Astrachan (Kreisschule) . .	46° 21′ 33″	65° 41′ 0″	60° 27′,9	(2,0345)?	(1,181)?
Penza (Adels-Institut Garten	53° 11′ 23″	69° 37′ 10″	66° 9′,5	1,8507	1,3104

Bemerkungen.

1) **Kasan.** Die Breite und Länge von Kasan habe ich aus Simonoff's: »Bestimmungen der geographischen Lage einiger Puncte im Gouvernement Kasan, Orenburg und Simbirsk,« entnommen. (S. Ученыя Записки Казанскаго Университета, 1834, 1. Band.)

Die Inclination in Kasan ist vielemal bestimmt worden, so z. B. im Jahre 1829 fand Humboldt 68° 26′,7; aus den im Jahre 1841 angestellten 71 Beobachtungen folgt für die Inclination der Werth 68° 21′,9. Die in der Tabelle angegebene Zahl ist aus den im Mai 1851 gemachten Beobachtungen berechnet.

Der Werth für die absolute Horizontal-Intensität ist im Jahre 1841 mittelst eines grossen Gauss'schen Unifilarmag-

netometers gleich 1,8769 gefunden worden. (S. Annuaire météorol. et magnétique. 1841)

Die, aus dem Werthe der absoluten Horizontal-Intensität und Inclination berechnete, Total-Intensität betrug im Jahre 1841 — 1,457. Aus Beobachtungen, die im Jahre 1829 nach Hansteen's Methode gemacht wurden, folgt für die Intensität der Werth 1,433.

2) Die Breite und Länge von Simbirsk haben Wisniewsky und Simonoff bestimmt. Der Erste fand die Breite der Kathedrale gleich 54° 18′ 49″, die Länge 66° 5′ 10″; der Zweite fand die Breite (Beobachtungsort unbestimmt) 54° 19′ 7″, die Länge 66° 5′ 35″.

3) Dorf Sergiewsk, in welchem sich die bekannten Schwefelbäder befinden und welches man nicht mit dem nicht weit von demselben liegenden Städtchen Sergiewsk, dessen Breite und Länge von Simonoff bestimmt worden sind, verwechseln muss.

4) Die Breite und Länge von Samara habe ich aus den Bestimmungen von Simonoff entnommen.

5) In Erdmann's »Beiträge zur Kenntniss des Inneren von Russland, Zweiter Band, S. 133, ist die Breite von Chwalynsk gleich 52° 20′ (?), die Länge 65° 40′ angegeben. Es ist mir unbekannnt, worauf sich diese Zahlen gründen.

6) Die Breite von Saratow (alte Kathedrale) hat Wisniewsky 51° 31′ 34″, die Länge 63° 44′ 15″ gefunden. — Die Inclination hat Humboldt im Jahre 1829 gleich 64° 40′,9 gefunden.

7) Die Breite von Kamyschin ist nach Inochodzeff 50° 5′ 6″, die Länge 63° 4′ 0″. Da ich die Breite nur aus der Meridional-Höhe der Sonne berechnet hatte, so konnte ich nicht die Länge dieser Stadt bestimmen.

8) Die Lage Dubofka's habe ich zuerst bestimmt.

9) Die Breite von Zaryzin (Kathedrale) ist nach Wisniewsky 48° 41′ 59″, die Länge 62° 12′ 40″. — Die Inclination in Sarepta (48° 30′ 25″ Breite und 62° 15′ 34″

Länge) ist nach Humboldt's im Jahre 1829 angestellten Beobachtungen 62° 15′,9.

10) Die Breite von Astrachan (Kathedrale) ist nach Wisniewsky 46° 20′ 53″, die Länge 65° 45′ 0″. Die Inclination fand Humboldt im Jahre 1829 59° 58′,3. — Den Beobachtungen der Horizontal-Intensität, die ich in Astrachan gemacht habe, kann ich keine grosse Genauigkeit beilegen, weil die Spitze auf der die Compass-Nadel ruht, sich auf dem Wege abgestumpft hat, und folglich die Nadel keine freie Bewegung hatte.

11) Die Breite von Pensa (neue Kathedrale) ist nach Wisniewsky 53° 11′ 0″, die Länge 62° 41′ 33″. — Die Inclination hat Hr. Prof. Knorr im Jahre 1836 = 66° 19′,1 gefunden. Im Jahre 1842 haben die HH. Lobatschefsky und Knorr von neuem Beobachtungen der Inclination in Pensa gemacht und mittelst eines Gambay'schen Inclinatoriums die Inclination gleich 65° 33′,72 gefunden. Mittelst desselben Apparates, aber mit einer andern Nadel fanden sie 66° 19′,9. Die Beobachter glauben (s. Ученыя Записки Казанскаго Университета, 1842, Bd. 3, Seite 81) diese Differenz darin zu finden, dass die erste Nadel an einem Ende mehr Magnetismus als an dem anderen gehabt habe (?).

(Aus dem *Bull. phys.-mathem. T. X. No. 3.*)

$\frac{17}{29}$ Januar 1851.

Versuche die relative Wärmeleitungsfähigkeit einiger Felsarten zu ermitteln, von G. v. HELMERSEN.

Man wusste zwar bisher — dass die Felsarten überhaupt zu den schlechten Wärmeleitern gehören und hatte, sowohl bei ihrer Anwendung beim Bau, als auch bei Temperaturbeobachtungen in Bergwerken, erkannt, dass einige derselben die Wärme besser, andere schlechter leiten; allein es mangelten genauere Untersuchungen über diesen, für die Wissenschaft, wie für die Praxis nicht unwichtigen Gegenstand. Desprètz hatte bei seinen bekannten Versuchen zur Ermittelung der Wärmeleitungsfähigkeit einiger Metalle und anderer Körper, nur mit einer Felsart, mit Marmor operirt (*Annales de Chimie et de Phys., Tome* 19 *et* 36). Es schien mir nützlich dergleichen Untersuchungen auch mit anderen Gesteinen vorzunehmen und besonders mit solchen, die eine grössere Verbreitung haben, wie Granit, Glimmerschiefer, Sandstein, dichter Kalkstein, Thonschiefer, Quarzfels u. s. w. Den Thonschiefer führe ich in der beifolgenden Tabelle noch nicht auf, welche nur über eine erste Reihe von Versuchen Rechenschaft giebt.

Durch die gefällige Vermittelung des Generals Tschewkin, ehemaligen Chefs des Stabes der Bergingenieure, erhielt ich das zu den Versuchen erforderliche Material, bestehend in rectangulairen Stangen von 18 Zoll engl. Länge, und $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchschnitt. Auf einer der Längsflächen jeder Stange sind, in $2\frac{5}{8}$ Zoll Entfernung von einander cylindrische Vertiefungen angebracht, in welche vor dem Versuche Quecksilber gegossen wurde, in das ich dann die zu diesen Versuchen eigens construirten Thermometer, bis zur völligen Bedeckung ihrer Kugeln, tauchte. Um eine ungleiche Wärmestrahlung möglichst zu verhindern, wurden alle Stangen mit ein und derselben Substanz, einer dunkeln Wasserfarbe, be-

strichen. Dèspretz hatte sich bei seinen Versuchen einer Lampe zum Erhitzen der Körper bedient; das Feuer wirkte dabei unmittelbar auf letztere. Bei meinen Versuchen geschah die Erwärmung, auf den Rath unseres Collegen, H. Lenz, um eine constante Temperatur zu haben, mittelst siedenden Wassers, das während der ganzen Dauer des Versuchs, auf dem Siedpunkte unterhalten wurde, und zwar auf die Weise, dass es das eine Ende der Stange fortwährend ganz bedeckte. Dieses Ende war zu dem Zwecke in ein metallenes Gefäss eingelassen, unter welchem eine Spirituslampe brannte. In dem Deckel des Gefässes befinden sich zwei Oeffnungen, die eine zum Entweichen des Dampfes und Nachgiessen siedenden Wassers, die andere zur Aufnahme eines Thermometers, an welchem die Temperatur des Wassers abgelesen wurde. Die Stangen lagen während der Versuche horizontal, an zwei Stellen von einem Holzgerüste unterstützt. Um eine Erhitzung der Stangen und der, der Lampe zunächst befindlichen Thermometer, durch das benachbarte Feuer zu verhindern, dienten zwei Pappwände mit dazwischen gelegter Baumwolle. Diese Vorrichtung erforderte aber so viel Raum, dass in die, dem erwärmten Ende zunächst liegende Vertiefung kein Thermometer gestellt werden konnte. Jede Stange wurde genau um dasselbe Maass in den Wasserbehälter eingelassen.

Nachdem die Thermometer eingestellt worden, wurde das Gefäss mit siedendem Wasser gefüllt und die Temperatur an den Thermometern der Stangen von fünf zu fünf Minuten abgelesen, bis ein Steigen derselben nicht mehr zu bemerken war. Für eine constante Temperatur der Luft im Zimmer war gesorgt, und die Thermometer miteinander verglichen.

Die beifolgende Tabelle enthält die Resultate dieser Versuche; die Gesteine sind in der Ordnung der abnehmenden Wärmeleitungsfähigkeit aufgeführt; als bester Leiter von den in Anwendung gekommenen, erwies sich weisser Gangquarz, als schlechtester, dichter Kalkstein.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. X. No. 8.*)

Temperatur des siedenden Wassers. (Reaum.)	Temperatur-unterschied der Luft und des erwärmten Endes der Stange. (Reaum.)	Besondere Bemerkungen.
80,1	12,45	Der Versuch währte 2 St. 15 Min.; bei längerer Dauer würde die Temperatur vielleicht noch um ein Geringes gestiegen sein.
80,3	11,5	Die Lagen des Quarzes und Glimmers verlaufen den Längsflächen der Stange nahezu parallel.
80,3	8,6	
80,1	8,1	
80,2	8,55	
80,2	7,85	
80,2	8,7	
80,2	7,75	

$\frac{12}{24}$ September 1851.

Ueber die Leitung des galvanischen Stromes durch Flüssigkeiten, wenn der Querschnitt derselben verschieden ist von der Fläche der in sie getauchten Electroden; von E. LENZ.

Erste Abhandlung.

Wenn eine den galvanischen Strom leitende Flüssigkeit sich in einem parallelepipedischen Gefässe befindet und der Strom in dieselbe durch Electroden-Platten geleitet wird, die dem Querschnitt des Gefässes an Fläche gleich sind, — so ist es durch vielfache Beobachtungen, seit Fechner's ersten Arbeiten, experimentell bewiesen, dass eine solche Flüssigkeit einen Leitungswiderstand darbietet, welcher genau den Abständen der Electroden proportional ist und für Tröge von verschiedenen Dimensionen sich umgekehrt verhält wie die Querschnitte derselben, kurz dass Flüssigkeiten in diesem Falle, in Bezug auf ihren Leitungswiderstand, genau denselben Gesetzen unterworfen sind, welche für feste Leiter und namentlich für Dräthe gelten. — Ganz anders aber verhält sich die Sache für den Fall, wenn der Querschnitt der den galvanischen Strom hindurchlassenden Flüssigkeit grösser ist, als

die Fläche der Electroden-Platten; in diesem Fall wird der Strom nämlich die Flüssigkeit nicht nur in gerader Linie von einer Electrode zur andern durchlaufen, sondern er wird sich auch seitwärts ausbreiten; dadurch wird der Querschnitt der leitenden Flüssigkeit vergrössert und also ihr Widerstand vermindert. Schon im December des Jahres 1845 hatte ich es mir zur Aufgabe gemacht, die Gesetze, nach welchen diese Verminderung des Leitungswiderstandes erfolgt, experimentell zu entwickeln und auch eine lange Reihe von Versuchen darüber bereits beendigt, allein ich brach meine Untersuchungen ab, weil ich es den damals erschienenen vortrefflichen theoretischen Arbeiten Kirchhof's und Smaasen's schuldig zu sein glaubte, ihnen bei den so schön begonnenen und auch zum Theil experimentell belegten, Untersuchungen nicht vorzugreifen. Meine Erwartung ist auch nicht getäuscht worden, indem Herr Smaasen im 72sten Bande der Poggendorf'schen Annalen eine Abhandlung bekannt gemacht hat, welche namentlich den von mir erwähnten Fall des Leitungswiderstandes einer Flüssigkeitsmasse von bedeutend grösseren Dimensionen, als denen der Electrode, einer streng theoretischen Untersuchung unterworfen hat und zu Resultaten gelangt ist, die gerade jetzt von höchster Wichtigkeit sind.

Es hat nämlich diese Frage ein neues Interesse gewonnen durch die merkwürdigen Erfahrungen, welche man bei Gelegenheit der telegraphischen Leitungen über die Leitungsfähigkeit des Erdbodens gemacht und über welche unser College Jacobi der Akademie schon vor Jahren interessante Thatsachen berichtet hat, die aber neuerdings mit grosser Ausführlichkeit von Matteucci erweitert worden sind. Sämmtliche Versuche der Art zeigen, dass der Leitungswiderstand der Erde ein überraschend geringer und fast unabhängig von der Entfernung der in die Erde versenkten Electrodenplatten ist. Dieses Resultat erschien Manchen so merkwürdig und überraschend, dass sie glaubten annehmen zu müssen, dass die Stromerscheinung, bei der Fortleitung desselben durch die Erde, nicht mehr nach den gewöhnlichen Gesetzen, wie sie seit Ohm so vielfach bei Versuchen im Kleinen bewiesen worden sind, erfolge, sondern dass man vielmehr hier, wie

bei den electrostatischen Erscheinungen der Reibungselectricität, die Erde als ein unendlich grosses Reservoir anzusehen habe, in welches die durch die electromotorische Kraft in der Kette erregte Electricität beständig abfliesst. Indessen zeigt schon Mateucci in dem letzten seiner Aufsätze, dass diese Ansicht unvereinbar sei mit den von ihm nachgewiesenen Erscheinungen; die oben erwähnten theoretischen Untersuchungen Smaasen's lassen aber nicht weiter daran zweifeln, dass auch hier das Ohm'sche Gesetz seine volle Gültigkeit behalte. Da aber die von Smaasen theoretisch gefundenen Gesetze, gerade für diesen Fall, von ihm selbst nicht experimentell bestätigt worden sind, so scheinen mir meine im Jahre 1845 begonnenen Untersuchungen auch jetzt noch in der That eine Lücke auszufüllen, und ich werde dieselben daher in dem Folgenden auseinandersetzen und einige andere Beobachtungsreihen hinzufügen, welche ich so eben über denselben Punkt beendigt habe. Ich werde mich hierbei durchaus auf experimentellem Boden bewegen und von den theoretischen Ansichten Smaasen's für's erste gänzlich abstrahiren; um so schlagender wird der Beweis für die Richtigkeit jener Ansichten sein, wenn meine experimentell ermittelten Gesetze mit ihnen in Uebereinstimmung gebracht werden können, woran ich nicht zweifle.

Die Flüssigkeit, mit welcher ich meine Versuche begann, war verdünnte Schwefelsäure, zu der 6 Procent käuflicher Schwefelsäure dem Volum nach mit Newawasser gemischt wurden; sie befand sich in 8 rechtwinklich-parallelepipedischen Holztrögen, welche circa 10 Zoll lang waren und deren Breite respective 1, 2, 3 ... bis 8 Zoll betrug, und die ich künftig mit Trog I, II, III ... VIII bezeichnen werde, so dass die römische Nummer zugleich die Breite in Zollen ausdrückt. Die Flüssigkeit stand in ihnen auf $7\frac{1}{2}$ Zoll Höhe. Ueber den Trögen befand sich der ganzen Länge nach eine viereckige horizontale Messingstange, welche auf ihrer obern horizontalen Fläche mit einer Theilung in $\frac{1}{2}$ englische Linien versehen war und auf welcher sich 2 die Stange rings umfassende Ständer hin und her schieben liessen; diese Ständer waren in galvanischer Beziehung von der Stange durch Holzhülsen isolirt

und in ihrem unteren Theile liessen sich die Electrodenplatten in senkrechter Richtung einklemmen. Die auf diese Weise sich parallel einander gegenüberstehenden Electroden bestanden aus amalgamirten, 1 Zoll breiten, Zinkstreifen und waren so lang, dass sie durch die ganze Höhe der Flüssigkeit bis fast auf den Boden reichten; ihre Rückseite war mit Wachs überzogen und daher nicht leitend. Ich wählte Zinkelectroden, weil an solchen nach meinen früheren Erfahrungen (Bullet. sc. phys.-math. T. V. p. 1) die Polarisation sich constanter bewies, als z. B. bei Kupferelectroden, was sich auch bei einigen vorläufigen Versuchsreihen wiederum bestätigte. — Ich begann damit, dass ich die eine Electrode (*A*) bis zu einem Ende des Troges hinschob und ihr dann die andere (*B*) so lange näherte, bis die metallische Berührung erfolgte (was am besten durch plötzliches Anwachsen des hindurchgehenden Stromes angedeutet ward); hierauf ward die Stellung des Ständers mit der Platte (*B*) auf der Theilung notirt und von dieser Normalstellung an wurde (*B*) dann in die verschiedenen Entfernungen gerückt, bei welchen die Beobachtung angestellt werden sollte.

Es wurde nun eine Kette gebildet: 1) aus der Flüssigkeitszelle, 2) aus einer galvanischen Batterie, 3) aus einem Multiplicator Nervanders, der nach meinen früheren Versuchen (Bullet. sc. phys.-math. T. I) bis auf 40° Ablenkung eine genaue Tangentenbussole ist [1]), 4) aus meinem Agometer und endlich

---

(1) Ich kann es hier nicht unterlassen zu bemerken, wie wünschenswerth es wäre, wenn auch andere Beobachter (besonders in Deutschland, von denen wir so sehr wichtige Beobachtungsreihen besitzen) dem Leser ihrer Abhandlungen vor allem Andern die feste Ueberzeugung verschafften, mit welcher Genauigkeit die von ihnen gebrauchten Tangenten- oder Sinus-Bussolen wirklich diesen Namen verdienen. Es ist ja z. B. die von Pouillet angegebene Tangentenbussole ein Instrument, welches theoretisch nur annähernd seinem Zwecke entsprechen kann und doch finden sich in den Abhandlungen, wo Ablesungen von diesem Instrumente citirt werden, nur selten solche Versuchsreihen, welche den Leser davon überzeugen, in welchem Maasse und bis zu welcher Grenze die Tangenten der Ablenkungen den Strömen proportional sind. Dasselbe gilt auch von der Sinusbussole, bei der die Ströme dem Sinus der Ablenkungen nur in dem Fall proportional

5) aus den nöthigen Hülfsdräthen um alle diese Apparate mit einander zu verbinden.

Gilt nun als Einheit des Stromes F ein Strom, welcher meinen Multiplicator um 1^0 abweichen macht, — als Einheit des Widerstandes der Widerstand 1 Windung des Agometers, — als Einheit der electromotorischen Kraft k und der Polarisation p diejenige electromotorische Kraft, welche bei dem Widerstande 1 den Multiplicator um 1^0 ablenkt, — so finden wir für den Strom F, welchen wir bei der Agometerangabe a und dem Widerstande l der Flüssigkeitszelle l erhalten:

$$F = \frac{\text{tang } a}{\text{tang } 1^0} = \frac{k-p}{L+l+a},$$

wo unter L die Summe der Widerstände des Multiplicators, der galvanischen Batterie und der Verbindungsdräthe, und unter a die am Multiplicator beobachtete Ablenkung verstanden wird.

Nach verschiedenen vorläufigen Versuchen um die beste Art zu bestimmen, in welcher solche angestellt werden sollten, machte ich folgende Hauptreihe von Versuchen. Als Batterie diente eine Daniell'sche Kette von 12 Paar, ich brachte nun nach einander die Tröge VIII bis I in die Kette, indem ich in jedem Troge die Electroden nach einander in die Entfernung von $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, 3, $4\frac{1}{2}$, 6, $7\frac{1}{2}$ und 9 engl. Zoll rückte und durch Aenderung des Agometers den Strom fortwährend auf 15^0 des Multiplicators erhielt. Die den verschiedenen Entfernungen der Electroden in den verschiedenen Trögen entsprechenden Agometer-Ablesungen sind nun in der folgenden Tabelle enthalten, wo die Klammern (anzeigen, in welcher Ordnung die Beobachtungsreihen angestellt wurden; nachdem also mit dem Troge VIII die Reihe, von $9''$ beginnend, mit der kleinsten Entfernung $\frac{1}{2}''$ endigte, begann die zweite Reihe mit dem Troge VII bei der kleinsten Entfernung $\frac{1}{2}''$ und endigte

sind, wenn die Drehungsaxe der Windungen mit der Drehungsaxe der Magnet-Nadel zusammenfällt; und doch finde ich von denjenigen, welche sich dieses Instruments bedienen, nirgends Versuche angeführt, die einen von diesem Zusammentreffen überzeugen. Ich glaube wir müssen in der Physik nicht von dem Verfahren der Astronomen abweichen, die immer mit einer durchgreifenden Untersuchung der von ihnen gebrauchten Messinstrumente beginnen.

mit 9″, dann begann die Beobachtungsreihe VI mit 9″ und endigte mit $\frac{1}{2}$″ u.s.f. — Nachdem die Reihe I beendigt war, wurden alle Beobachtungen wiederholt, aber in umgekehrter Ordnung. Diese Anordnung wurde getroffen, damit, bei dem Mittel aus den entsprechenden Reihen für ein und denselben Trog, eine allmählig fortschreitende Aenderung in der Kette und in der Polarisation der Platten möglichst eliminirt würde.

	Bezeichn. der Tröge	Agometer-Ablesung bei Entfernung der Electroden: 9″	$7\frac{1}{2}$	6	$4\frac{1}{2}$	3	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	Berühr.
	VIII	21,50	22,10	22,52	22,93	23,41	23,99	24,79	27,19
	VII	21,84	22,37	22,80	23,22	23,69	24,22	25,12	27,31
	VI	21,77	22,31	22,77	23,24	23,86	24,44	25,22	27,50
	V	21,44	22,07	22,64	23,24	23,92	24,64	25,36	27,43
	IV	20,83	21,53	22,26	22,98	23,79	24,69	25,38	27,63
	III	19,39	20,41	21,44	22,49	23,57	24,58	25,49	27,38
(1)	II	16,73	18,13	19,67	21,08	22,71	24,19	25,24	27,38
	I	9,52	12,24	15,03	17,82	20,51	23,24	25,14	27,34
	I	9,44	12,17	14,90	17,65	20,39	23,11	25,02	27,28
	II	16,35	17,89	19,44	20,98	22,57	24,04	25,24	27,25
	III	19,29	20,25	21,24	22,18	23,20	24,24	25,18	27,17
	IV	20,42	21,26	21,97	22,77	23,60	24,49	25,27	27,24
	V	21,25	21,84	22,40	23,10	23,64	24,34	25,18	27,25
	VI	21,48	22,08	22,60	23,18	23,73	24,42	25,22	27,21
	VII	21,89	22,20	22,69	23,16	23,73	24,33	25,01	27,11
	VIII	21,88	22,34	22,74	23,26	23,70	24,41	25,09	27,14

Aus dieser Versuchsreihe, welche die unmittelbar beobachteten Agometer-Ablesungen enthält, bildete ich mir nun zuförderst die folgende Tabelle, in welcher die Mittel aus den gleichbedeutenden Beobachtungen der hin und zurück gehenden Reihe genommen worden sind, wodurch, nach dem Obigen, eine regelmässig mit der Zeit fortschreitende Aenderung der Kette eliminirt wird:

	Bezeichn. d. Tröge	Agometerstände bei den Entfernungen: 9	$7\frac{1}{2}$	6	$4\frac{1}{2}$	3	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
	I	9,48	12,20	14,96	17,73	20,45	23,17	25,08	17,31
	II	16,54	18,01	19,55	21,03	22,64	24,11	25,24	17,21
	III	19,34	20,33	21,34	22,33	23,38	24,41	25,33	17,27
(2)	IV	20,62	21,40	22,11	22,87	23,70	24,59	25,32	17,41
	V	21,34	21,95	22,52	23,17	23,78	24,49	25,27	17,34
	VI	21,62	22,19	22,68	23,21	23,80	24,43	25,22	17,35
	VII	21,86	22,28	22,74	23,19	23,71	24,33	25,07	17,21
	VIII	21,69	22,22	22,63	23,10	23,56	24,20	24,94	17,17

Diese Tabelle enthält nun die Werthe a in unserer Formel

$$F = \frac{k-p}{L+l+a}.$$

Da nun die Grösse F (entsprechend der constanten Ablenkung 15°), ferner $k-p$ und L constant vorausgesetzt werden können, so muss folglich die Summe $l+a$ constant bleiben; wir wollen diese constante Summe mit s bezeichnen; dann ist also der Widerstand der Flüssigkeit

$$l = s - a.$$

Zur Bestimmung von s benutze ich nun die Beobachtungen in der ersten horizontalen Reihe, welche in dem Troge I von 1 Zoll Weite angestellt worden sind, also in einem Troge, dessen Querschnitt der Breite der Electroden gleich war; hier müssen folglich die Widerstände der Flüssigkeitszelle den Abständen der Electrodenplatten proportional sein. Bezeichne ich daher den Widerstand dieser Zelle mit l_1 und lasse ich die Beobachtungen bei der kleinsten Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll unbenutzt, weil hier sich vermuthen lässt, dass der Einfluss der Ränder der Electrodenplatten von merklichem Einflusse sein könnte, so erhalte ich folgende 7 Gleichungen:

$$25{,}08 + 0{,}5\,.\,l_1 = s \qquad 14{,}96 + 6{,}0\,.\,l_1 = s$$
$$23{,}17 + 1{,}5\,.\,l_1 = s \qquad 12{,}20 + 7{,}5\,.\,l_1 = s$$
$$20{,}45 + 3{,}0\,.\,l_1 = s \qquad 9{,}40 + 9{,}0\,.\,l_1 = s$$
$$17{,}73 + 4{,}5\,.\,l_1 = s$$

welche, nach der Methode der kleinsten Quadrate, folgende wahrscheinlichsten Werthe an l_1 und s geben:

$$l_1 = 1{,}827 \qquad s = 25{,}92.$$

Wie genau die beobachteten einzelnen Werthe von s hiermit übereinstimmen, zeigen folgende aus dem Werthe von l_1 berechneten Werthe von s

$s = 25{,}99$	$s = 25{,}92$
25,91	25,90
25,93	25,92
25,95	

sämmtliche Werthe kommen dem oben gefundenen Werthe 25,92 sehr nahe und selbst die erste Beobachtung, von der es nach dem Obigen am wenigsten zu erwarten war, weicht nur um 0,07 davon ab. Es ist also keinem Zweifel unterworfen, dass in dem Troge I die Leitungswiderstände den Abständen der Electrodenplatten proportional sind und dass die Summe der Widerstände $l + a = s = 25{,}92$ ist. — Indem ich nun für sämmtliche Beobachtungen a von 25,92 abziehe, erhalte ich die Leitungswiderstände l der Zelle für sich. Folgende Tabelle zeigt diese Werthe.

Leitungswiderstand für die Entfernungen der Electroden:

(3)

Bezeichnung des Troges	9	$7\frac{1}{2}$	6	$4\frac{1}{2}$	3	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
I	16,44	13,72	10,96	8,19	5,47	2,75	0,84
II	9,38	7,91	6,37	4,89	3,28	1,81	0,68
III	6,58	5,59	4,58	3,59	2,54	1,51	0,59
IV	5,30	4,52	3,81	3,05	2,22	1,33	0,60
V	4,58	3,97	3,40	2,75	2,14	1,43	0,65
VI	4,30	3,73	3,24	2,71	2,12	1,49	0,70
VII	4,06	3,64	3,18	2,73	2,21	1,59	0,85
VIII	4,23	3,70	3,29	2,82	2,36	1,72	0,98

Wollen wir nun zuerst ermitteln, welchen Einfluss, bei unveränderter Entfernung der Electroden, die Vergrösserung der Breite der Flüssigkeitsschicht auf den Leitungswiderstand ausübt. Wir müssen zu dem Zwecke offenbar die Zahlen unter einander vergleichen, welche sich in einer und derselben senkrechten Spalte befinden; wir beginnen mit der letzten Columne, welche der Entfernung der Electroden $= \frac{1}{2}''$ entspricht. Wir finden hier, dass die Leitungswiderstände zwar etwas von einander abweichen, ohne jedoch regelmässig mit vergrösserter Weite des Troges abzunehmen, wie man solches erwarten müsste, wenn der vergrösserte Querschnitt der Flüssigkeitsschicht Einfluss auf Verminderung des Leitungswiderstandes ausüben würde; nur von der ersten Beobachtung zur zweiten vermindern sich die Zahlen zwar allerdings bei Erweiterung des Troges, später aber nehmen sie zu, wozu offenbar gar kein Grund vorhanden ist. Ich sehe daher diese letzten Abweichungen als zufällige Fehler an, d. h. als solche, welche nicht durch Erweiterung der Flüssigkeitsschicht,

sondern durch andere Veränderungen der Kette verursacht worden sind, z. B. durch Veränderung der electromotorischen Kraft oder des Widerstandes der Kette oder der Polarisation der Platte, durch Beobachtungsfehler u. s. w. Hier erscheint nun besonders abweichend die Beobachtung für den Trog VIII, welcher, obgleich der breiteste von allen, dennoch den grössten Widerstand darbietet. Ein Blick auf die ursprüngliche Versuchsreihe (1) zeigt, dass dieser grosse Werth durch die Beobachtungen am Schlusse der ganzen Reihe verursacht wird, wahrscheinlich weil durch den langen Gebrauch der Kette die Umstände in derselben sich schon merklich zu ändern anfingen. Ich glaubte daher bei den Folgerungen aus den Beobachtungen der Wahrheit näher zu kommen, wenn ich die Beobachtungen der Reihe VIII ganz ausser Acht liess.

Nehmen wir nun aus allen übrigen Werthen der Widerstände, welche unsere letzte Columne der Reihe (3) für die Entfernung $\frac{1}{2}$ zeigt (ausser dem ersten und letzten), das arithmetische Mittel, so erhalten wir die Zahl 0,68 und die Abweichungen der einzelnen Werthe sind für unsere 7 Tröge:

für	I	+ 0,16
	II	0,00
	III	— 0,09
	IV	— 0,08
	V	— 0,03
	VI	+ 0,02
	VII	+ 0,07

Es scheint hieraus, dass die Erweiterung der Flüssigkeitsschicht von 1 bis auf 2 Zoll allerdings den Widerstand etwas vermindert hat (um 0,16), dass aber spätere Erweiterungen keinen merklichen Einfluss mehr gehabt haben, sondern dass hier nur die zufälligen Fehler hervortreten. Daraus können wir daher schliessen, dass der grösste Werth eines solchen zufälligen Fehlers bis auf 0,1 steigen kann.

In dieser Voraussetzung muss ich folgendermaassen schliessen: Die letzte Columne rechter Hand, welche die Widerstände der Flüssigkeit zwischen zwei um $\frac{1}{2}$ Zoll abstehende Electroden enthält, während die Breite der Flüssigkeit von 1 Zoll bis 7 Zoll variirt, beweist dass der Einfluss der Erwei-

terung der Flüssigkeitsschicht auf ihren Leitungswiderstand sich in merklicher Weise höchstens bis auf $1\frac{1}{2}$ Zoll erstreckt.

Die zweite Columne, der Entfernung der Electroden $= 1\frac{1}{2}$ Zoll entsprechend, giebt für die Erweiterung des Troges von 1 bis 2 Zoll eine Abnahme des Widerstandes um 0,94; die Erweiterung von 2 bis 3 Zoll vermindert den Widerstand um 0,3, ja selbst die Erweiterung von 3 bis 4 Zoll macht ihn um 0,18 geringer, also immer noch mehr, als wir die Grenze der zufälligen Fehler annehmen, und erst eine noch grössere Erweiterung bleibt unwirksam; wir müssen also schliessen, dass hier der Einfluss der Erweiterung noch bis auf $3\frac{1}{2}$ Zoll wirksam ist.

Eben so schliessen wir aus der Ansicht der Zahlen in den andern vertikalen Columnen, dass die Erweiterung der Flüssigkeitsschicht ihren Einfluss ausübt auf den Leitungswiderstand bis zu den im Folgenden angegebenen Grenzen, wobei wir der Vollständigkeit wegen die schon gewonnenen Resultate hinzufügen:

Für die Entfernung der Electroden

$= \frac{1}{2}''$	bis auf	die Breite der Flüssigkeit	$= 1\frac{1}{2}''$	
$= 1\frac{1}{2}$	"	"	$= 3\frac{1}{2}$	
$= 3$	"	"	$= 4$	
$= 4\frac{1}{2}$	"	"	$= 5$	(4)
$= 6$	"	"	$= 6$	
$= 7\frac{1}{2}$	"	"	$= 6\frac{1}{2}$	
$= 9$	"	"	$= 7$	

Da die Beobachtungen mit dem Troge VIII von uns aus oben angeführten Gründen ganz verworfen wurden, so können unsere Versuche eigentlich nicht entscheiden, ob die Grenze des Einflusses der Erweiterung der Flüssigkeitsschicht nicht noch über $7''$ hinausreicht, ich stellte daher zur Entscheidung dieser Frage eine besondere Versuchsreihe an. Nachdem die Tröge VII und VIII mit derselben Flüssigkeit und genau bis zu gleicher Höhe gefüllt worden waren, brachte ich in jeden derselben ein Paar ganz gleicher, amalgamirter Zink-Electroden von 1 Zoll Breite. Sie wurden in beiden Trögen in gleiche Entfernung gebracht, nach einander in dieselbe Kette geschal-

tet und nun die Beobachtungen abwechselnd mit einem und dem andern Troge angestellt; dieses ward bei verschiedenen Entfernungen wiederholt. Endlich wurden dieselben Beobachtungsreihen, nur mit vertauschten Electroden, wiederholt um jeden Einfluss der Verschiedenheit der Electroden zu eliminiren. — So erhielt ich für einen Strom $=15^0$ folgende Agometer-Ablesungen:

Entfernung der Electroden	Vor Vertauschung der Electroden		Nach Vertauschung der Electroden	
	VII	VIII	VII	VIII
7″½	6,56	6,93	6,92	6,62
8	6,35	6,84	6,73	6,30
8 ½	6,09	6,69	6,46	6,07
9	5,82	6,42	6,21	5,77
9	5,80	6,32	6,19	5,78
8 ½	6,04	6,59	6,21	6,05
8	6,18	6,80	6,66	6,21
7 ½	6,43	6,89	6,80	6,43

Vereinige ich nun diejenigen Beobachtungen zu einem Mittel, welche genau denselben Umständen entsprechen, dann aber wiederum diejenigen Werthe zu einem Mittel, welche denselben Entfernungen und Trögen, aber verwechselten Electroden, entsprechen, so erhalte ich folgende Tafel:

Entfernung der Electroden	VII vor Verwechs. der Electroden	VII nach Verwechs. der Electroden	Mittel	VIII vor Verwechs. der Electroden	VIII nach Verwechs. der Electroden	Mittel	Differenz
7½ . . .	6,49	6,86	6,67	6,91	6,52	6,71	+ 0,04
8 . . .	6,26	6,69	6,47	6,82	6,25	6,53	+ 0,06
8½ . . .	6,06	6,34	6,20	6,64	6,06	6,35	+ 0,15
9 . . .	5,81	6,20	6,00	6,37	5,77	6,07	+ 0,07

Um hieraus $l = s - a$ zu finden müssten wir s kennen, wozu aber keine Data vorhanden sind, da die hier gebrauchte Flüssigkeit und Kette nicht dieselben, als bei den früheren Versuchen, waren; allein auch ohne diese Kenntniss von l ist es zu unserm Zwecke genug, wenn wir die Mittel-Werthe von $l + a$ für VII und VIII mit einander vergleichen. Diese Vergleichung zeigt die letzte Columne, in der das Zeichen + ei-

nen geringen Widerstand des Troges VIII anzeigt. Wir sehen dass dieser zwar immer etwas geringer ausfällt, allein der Unterschied ist so gering, dass er sich aus einem geringen Unterschiede in dem Abstande der Electroden für beide Tröge oder sonstigen Umständen vollkommen erklärt; mehr als alles Andere aber zeigt die Gleichheit der Differenz für $7\frac{1}{2}$ bis 9 Zoll Entfernung, dass die Erweiterung der Flüssigkeitsschicht im Troge VIII für den Leitungswiderstand, selbst bei der Entfernung der Electroden $=9''$, von keinem merklichen Einflusse ist, dass also der obige Werth von $7''$ in der Tabelle (4) wirklich die Grenze des Einflusses der Erweiterung der Flüssigkeitsschicht auf den Leitungswiderstand anzeigt.

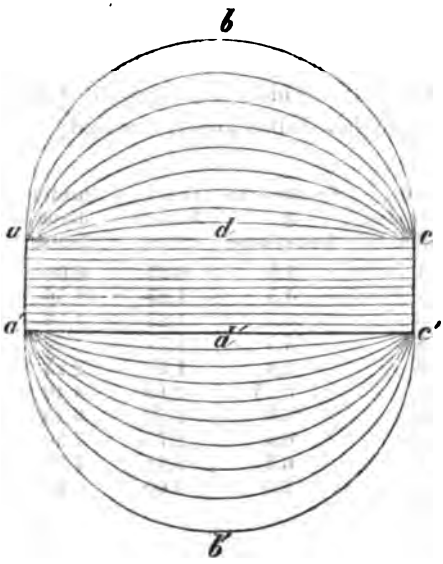
Unsere bisherigen Resultate führen uns also zu dem Schluss, dass bei Anwendung von Electroden, welche dieselbe Höhe wie die Flüssigkeitsschicht haben, die Erweiterung des horizontalen Querschnittes der letzteren über die Breite der Electroden hinaus, zwar anfangs eine Verminderung des Leitungswiderstandes zur Folge hat, dass diese Verminderung aber eine um so geringere wird, je mehr die Breite des Querschnittes wächst und dass endlich eine Grenze eintritt, über welche hinaus das Wachsthum der Breite der Flüssigkeit keinen wahrnehmbaren Einfluss mehr auf die Leitungsfähigkeit hat. Dieser Grenzwerth tritt um so später ein, je weiter die Electroden von einander entfernt sind.

Eine genaue Bestimmung dieser Grenzwerthe der Ausbreitung ist aber eine sehr schwierige wegen der langsamen Aenderung der Leitungswiderstände in der Nähe dieser Grenzwerthe, so dass letztere eigentlich nur für eine bestimmte Grenze der Beobachtungsgenauigkeit gelten. Ich finde in meinem Tagebuche noch mehrere Versuchsreihen, welche zur genauen Bestimmung der Grenzwerthe angestellt wurden und zwar ganz in derselben Art, wie bei den zuletzt mitgetheilten Versuchen zwischen den Trögen VIII und VII; es gelang aber dabei nicht eine grössere Genauigkeit zu erreichen, als die in unserer Versuchstabelle (4). Ich begnüge mich daher nur die Resultate anzugeben:

Die Grenze der Ausbreitung für die

Entfernung der Electroden bei	2″	ist	3½″	
	2½	«	4½	(8)
	4½	«	5½	
	8	«	6½	

Die bisherigen Beobachtungen scheinen also die Ansicht vollkommen zu bestätigen, welche sich wohl schon jeder a priori über die Verbreitung des galvanischen Stromes in einer Flüssigkeitsschicht von unbegrenzter Ausdehnung gemacht hat. Wenn man in beistehender Figur die Electroden mit aa' und cc' bezeichnet, so verbreiten sich die Elementarströme, deren Summe die ganze Stromstärke giebt, in krummen Linien, wie abc[2]), die nach aussen convex gebogen sind, deren Krümmung aber um so geringer



2) Es bedarf wohl keiner Erwähnung, dass das Gesetz der Krümmung der Elementarströme in unserer Figur ganz willkürlich angenommen wird.

wird, je mehr sich dieselben der geraden Linie adc nähern; zwischen adc und $a'd'c'$ ist die Richtung der Elementarströme eine gerade, nimmt aber auf der andern Seite eine entgegengesetzte Krümmung an bis zu der Grenze $a'b'c'$. Je länger die krummen Linien der Elementarströme werden, desto schwächer werden sie, sie nehmen also an Kraft ab auf der einen Seite von adc bis abc und von der andern Seite, von $a'd'c'$ bis $a'b'c'$, bis endlich über abc und $a'b'c'$ hinaus die Summen sämmtlicher Elementarströme so gering werden, dass ihre Wahrnehmung die Grenzen der Beobachtung nicht mehr erreicht. Die Längen der gleichen Linien db und $d'b'$ sind die grössten Ausweichungen des Stromes. Um diese aus unsern Versuchen zu erhalten müssen wir von den oben gefundenen Grenzwerthen der Ausbreitung erstlich die Breite der Electrode (1 Zoll) abziehen und den auf diese Weise erhaltenen Unterschied durch 2 dividiren.

Indem ich hiernach verfuhr und dabei sämmtliche Beobachtungen benutzte, erhielt ich folgende Tabelle, wo alle Grössen in englischen Zollen angegeben sind:

(6)

Entfernung der Electroden in Zollen	Grenzwerth der Ausbreitung	Grösste Ausweichung	Quadrat dieser Grösse	Differenz der 1sten u. 4ten Columne
0,5	1,5	0,25	0,06	+ 0,44
1,5	3,5	1,25	1,56	— 0,06
2,0	3,5	1,25	1,56	+ 0,44
2,5	4,5	1,75	3,06	— 0,56
3,0	4,0	1,50	2,25	+ 0,75
4,5	5,25	2,12	4,49	— 0,01
6,0	6,0	2,50	6,25	— 0,25
7,5	6,5	2,75	7,56	— 0,06
8,0	6,5	2,75	7,56	+ 0,44
9,0	7,0	3,00	9,00	0,00

Die vierte Columne enthält die Quadrate der grössten Ausweichungen, die fünfte die Abweichungen dieser Quadrate von den Zahlen der ersten Columne, welche die Entfernungen der Electroden angeben. So gross die Abweichungen auch sind, so scheint mir doch die Regellosigkeit der Vorzeichen anzu-

deuten, dass das Wachsthum der grössten Ausweichung für verschiedene Entfernungen den Quadratwurzeln dieser Entfernungen gleich gesetzt werden kann; allein die Unsicherheit in der Bestimmung dieser grössten Ausweichung ist so bedeutend, dass ich in meinen Versuchen nur eine Andeutung sehe, welche künftige Beobachter, bei vielleicht genaueren Methoden, dazu veranlassen könnte hierauf ihr Augenmerk zu richten.

Ich ging nun über zur Bestimmung der Gesetze, nach welchen der Leitungswiderstand einer Flüssigkeit von bestimmter Tiefe, aber unbegränzter Weite, sich ändert, wenn die Entfernung der Electroden variirt, wobei ich für's Erste die Electroden von derselben Länge, als die Tiefe der Flüssigkeit, annahm, aber von der Breite eines Zolles. Wir haben aus dem Früheren ersehen, dass, wenn die Entfernung der Electroden nicht 9 Zoll überschreitet, der Trog VIII von 8 Zoll Breite eben so wirkt, als ein Trog von unbegränzter Weite, indem die grösste Ausweichung der Elementarströme die Wände des Troges noch nicht erreicht; die Versuche wurden daher in diesem Troge angestellt und zwar mit derselben Flüssigkeit, in welcher die Versuche der Tabelle (1) angestellt wurden. Auch die Electroden waren ganz dieselben, als die dort gebrauchten. — Indem ich nun mit der Entfernung von 9 Zoll begann, verminderte ich dieselbe fortschreitend um 0,5 Zoll bis zur Entfernung 0,5, unmittelbar darauf aber begann ich eine zweite Reihe mit der Entfernung der Electroden von 0,5 Zoll und vergrösserte sie fortwährend um 0,5 bis zur grössten Entfernung von 9 Zoll; indem ich den Strom dabei ganz ungeändert auf 15° hielt, las ich für jede Entfernung die erforderliche Länge des Agometerdraths ab. Die Columne 2 und 3 der nachfolgenden Tabelle enthalten die Agometerangaben a;

Entfern. der Electrod. in Zollen	Agometerstellung Reihe 1	Reihe 2	Mittel aus beiden	Leitungswiderstand beobachtet	berechnet	Differenz
9,0	7,94	7,90	7,92	4,05	3,91	+ 0,14
8,5	8,09	8,17	8,13	3,84	3,81	+ 0,03
8,0	9,29	8,31	8,30	3,67	3,69	— 0,02
7,5	8,32	8,48	8,40	3,57	3,57	0,00
7,0	8,34	8,62	8,48	3,49	3,45	+ 0,04
6,5	8,68	8,73	8,70	3,27	3,33	— 0,06
6,0	8,94	8,87	8,90	3,07	3,19	— 0,12
5,5	9,04	9,02	9,03	2,94	3,06	— 0,12
5,0	9,14	9,15	9,14	2,83	2,91	— 0,08
4,5	9,32	9,31	9,31	2,66	2,76	— 0,10
4,0	9,44	9,40	9,42	2,55	2,61	— 0,06
3,5	9,58	9,49	9,53	2,44	2,44	0,00
3,0	9,65	9,71	9,68	2,29	2,26	+ 0,03
2,5	9,84	9,83	9,83	2,14	2,06	+ 0,08
2,0	10,06	10,11	10,08	1,89	1,84	+ 0,05
1,5	10,31	10,36	10,33	1,64	1,79	— 0,15
1,0	10,58	10,63	10,60	1,37	1,30	+ 0,07
0,5	10,98	10,99	10,98	0,99	1,92	+ 0,07

(7)

Wie schon gesagt, wurden diese Beobachtungen mit denselben Electroden und in derselben Flüssigkeit angestellt, als die Beobachtungen unserer Tabelle (1) und der Zeit nach unmittelbar nach ihnen. Da wir nun wissen, dass die Leitungswiderstände in den Trögen VII und VIII genau gleich sind, so können wir die dort erhaltenen Leitungswiderstände l für die verschiedenen Entfernungen als auch hier geltend ansehen und sie zu den Angaben des Agometers in vorstehender Tabelle (7), welche sich auf dieselben Entfernungen der Electroden beziehen, addiren: auf solche Weise erhalten wir:

	Entfernung der Electroden						
	$\frac{1}{2}$"	1,5	3	4,5	6	7,5	8
l für VII aus (8)	0,85	1,59	2,21	2,73	3,18	3,64	4,06
a aus (7)	10,98	10,33	9,68	9,31	8,90	8,40	7,92
folglich $l + a$	11,83	11,92	11,89	12,03	12,08	12,04	11,98

Wir sehen, dass die Grösse $l + a$ in der That ziemlich constant bleibt; wir erhalten als das Mittel aus allen Werthen

$$l + a = 11{,}97,$$

hieraus erhalten wir dann die Widerstände der Flüssigkeit

von unbegränzter horizontaler Ausdehnung, wenn wir von dieser Grösse die Angaben von a unserer 4ten Columne abziehen. Auf diese Weise ergeben sich die Leitungswiderstände der 5ten Columne in der Tabelle (7).

Ich versuchte nun das Gesetz, nach welchem die Zahlen dieser Columne von den entsprechenden Entfernungen der Electroden (in der ersten Columne) abhängen, durch eine Formel darzustellen und liess mich dabei durch folgende theoretische Ansichten leiten. — Wenn der Widerstand einer Flüssigkeitsschicht von der Weite der Electroden und bei ihrer Entfernung $= 1$ mit λ bezeichnet wird, so wird der Widerstand l, welcher der Entfernung d entspricht, im Fall die Breite der Flüssigkeit der der Electrode gleich ist, ausgedrückt durch

$$l = \lambda d.$$

Wenn sich aber der Strom, wie in unserm Troge VIII, ungehindert seitwärts ausdehnen kann, so wird dadurch der Querschnitt der Flüssigkeit grösser, also der Leitungswiderstand geringer ausfallen und dieses um so mehr, je grösser die Entfernung der Electroden ist; wir werden also in diesem Falle

$$l = \frac{\lambda d}{\varphi(d)}$$

haben, wo $\varphi(d)$ eine Function von d bedeutet, die mit d selbst wächst. Ein Blick auf die Werthe der 5ten Columne zeigt, dass man wohl versucht sein kann für $\varphi(d)$, als einfachste Form, $\varphi(d) = p\sqrt{d}$ anzunehmen. In diesem Falle wird also

$$l = \frac{\lambda d}{p\sqrt{d}} = \frac{\lambda}{p}\sqrt{d} = n\sqrt{d},$$

wenn $n = \frac{\lambda}{p}$ eine Constante bedeutet, welche aus den Beobachtungen zu bestimmen ist.

Ich bestimmte nun n aus den Beobachtungen der 5ten Columne nach der Methode der kleinsten Quadrate und erhielt als wahrscheinlichsten Werth

$$n = 1{,}3041$$

so dass die Formel, welche l ausdrücken würde, gegeben ist durch

$$l = 1{,}3041 . Vd.$$

Indem ich nach dieser Formel die Werthe für l berechnete, erhielt ich die Zahlen der 6ten Columne, deren Unterschiede, von denen der 5ten, die 7te Columne angiebt. Sowohl die Grösse der Zahlen derselben, als auch die Abwechselung der Zeichen berechtigen uns anzunehmen, dass unsere Voraussetzung richtig war, dass nämlich, wenn der galvanische Strom zwischen 2 Electroden in einer Flüssigkeit sich in horizontaler Richtung frei ausdehnen kann, der Leitungswiderstand der Flüssigkeitsschicht durch Ausbreitung des Stromes, proportional den Quadratwurzeln der Entfernungen vermindert wird oder der grössten Ausweichung proportional, wenn man das für diese gefundene Gesetz als bewiesen annehmen wollte.

Ich werde nun in einer folgenden Abhandlung zu den Gesetzen der Abnahme des Widerstandes einer Flüssigkeit übergehen, im Fall sich der galvanische Strom nach allen Seiten ausbreiten kann. Es fehlen mir hierzu aber noch einige Beobachtungsreihen, die ich in kurzer Zeit zu beendigen hoffe.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. X. No.* 9.)

MÉLANGES
PHYSIQUES ET CHIMIQUES

TIRÉS DU

BULLETIN PHYSICO-MATHÉMATIQUE

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

ST.-PÉTERSBOURG.

Tome I.

4me LIVRAISON.

(Prix: 40 Cop. arg. — 13 Ngr.)

St.-Pétersbourg,
de l'Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
1852.

Se vend chez MM. *Eggers* et *Comp.*, libraires, Commissionnaires de l'Académie, Perspective de Nevsky, No. 1/10, et à Leizig, chez M. *Léopold Voss.*

CONTENU.

Page.

J. Hamel. Die Flachsbaumwolle auf der Londoner Ausstellung. — Ritter Clausen und Herr Ahnesorge 319

— Tradescants Testament und Ashmole's Museum zu Oxford. 336

Alexander Buttlerow. Ueber die oxydirende Wirkung der Osmiumsäure auf organische Körper..... 355

A. F. Kupffer. Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme..... 369

Dr. C. Claus. Ueber eine merkwürdige Steinart des mittleren Russlands 374

J. Hamel. Blutregen und blutrothe Gewässer. Neun Fälle, welche sich in England und in der Normandie in dem Zeitraum von 685 bis 1662 ereignet haben 384

N. Zinin. Ueber die Einwirkung des ätherischen Senföls auf die organischen Basen 392

Extrait d'une lettre de M. le professeur Leonhard de Heidelberg au Secrétaire perpétuel..... 397

M. Skoblikoff. Recherches sur quelques combinaisons nouvelles d'Iridium 400

N. Tyrtow. Bemerkungen über die Veränderungen, welche in der Daniel'schen Batterie vor sich gehen, während sie geschlossen bleibt 411

$\frac{19}{31}$ December 1851.

Die Flachsbaumwolle auf der Londoner Ausstellung. — Ritter Claussen und Herr Ahnesorge. Vom Akademiker J. HAMEL.

Zu den Gegenständen, welche auf der Londoner Ausstellung ein besonders grosses Interesse erregten, gehört die von Herrn Claussen ausgestellt gewesene und sehr mannichfaltig in Schriften und öffentlichen Blättern gepriesene, sogenannte Baumwolle aus Flachs (Flax cotton; British Cotton).

Bedenkt man, dass die Baumwolle, diese zarten Härchen oder Fädchen, die der Schöpfer den Samen der Gossypium-Pflanze gleichsam zum Bette in ihren Kapseln gegeben hat, jetzt das Material der riesenhaftesten menschlichen Industrie bildet, dass allein in Grossbritannien an jedem Arbeitstage weit mehr als zwei Millionen Pfund dieser Pflanzenfäserchen für die bestehenden Fabriken nöthig sind, dass die technische Verarbeitung derselben dort jetzt eines der Lebensprincipe ist, und dass vorzüglich von der Aufrechterhaltung dieses Zweiges der Gewerbthätigkeit das *to be or not to be* der hohen Stellung und der Wohlfahrt Englands mit abhängt, dass aber die Fäserchen selbst nicht in Grossbritannien, ja nicht in Europa von der Natur erzeugt, sondern aus fernen Ländern eingeführt werden, dass diese vegetabilischen Härchen einen bedeutenden Einfluss auf die politischen und diplomatischen Verhältnisse und Beziehungen zwischen Britannien und Amerika haben, indem sie bei Berücksichtigungen des Schicksals von Staaten und von ganzen Menschenklassen in Betracht

kommen, so wird man sich leicht vorstellen, dass kein ernster Beobachter auf der Londoner Ausstellung einem statt der Baumwolle in England künstlich bereiteten Surrogat vorbei gegangen sei, ohne demselben eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet zu haben.

Dem Publikum wurde angezeigt, dass der Flachs durch Kunst in Härchen oder Fädchen, die den auf den Gossypium-Saamen natürlich wachsenden vollkommen gleichen, verwandelt werden könne. Da nun Flachs eine in Europa cultivirte Pflanze ist, und da, wenn der Versicherung gemäss Flachs zu einem vollkommenen Ersatzmittel der Baumwolle gemacht werden kann, seine Cultur einen ungeheuren Aufschwung erhalten müsste, so ist in dieser Angelegenheit der Landwirth eben so stark wie der Fabrikant interessirt.

Die während der Ausstellung unter Claussen's Namen in drei Auflagen erschienene Broschüre über diesen Gegenstand führt den Titel: Die Flachsagitation und ihre Nationalwichtigkeit (the Flax Movement and its national importance).

Da der Flachsbau bei uns seit lange ein ohne Vergleich wichtigerer Artikel der erzeugenden Industrie ist, als in Irland, Schottland und England, und da man auch bei uns verleitet worden ist zu glauben, es könne durch die von Claussen vorgeschlagene und empfohlene Sache für Russland Nutzen erzielt werden, weswegen mir denn eine Anfrage um meine Meinung noch in London zukam, so will ich hier Erläuterungen über dieselbe geben.

Claussen schlägt vor, den Flachs so vorzubereiten, dass er, der vegetabilischen Wollfaser, der Baumwolle, vollkommen gleich geworden (was jedoch unerreichbar ist), auf den zum Spinnen der Baumwolle und der Schafwolle bestehenden Maschinen zu Garn verarbeitet werden könne.

Zu diesem Zwecke will er den Flachs, das heisst die vom hölzernen Theil des Pflanzenstengels abgesonderten Fasern, in kurze Enden von der Länge der Fäden (des »staple«) der Baumwolle zerschnitten haben. — Es bedarf wohl nicht langen Nachdenkens, um diesen Vorschlag Claussen's geradezu zu verwerfen, sogar wenn es wirklich möglich wäre, die Flachsfaser den Fäden der Baumwolle gleich zu machen.

Der Hauptvorzug des Flachses vor der Baumwolle besteht in der so bedeutend grösseren Länge der Fasern des ersteren, worauf hauptsächlich die grössere Stärke der aus demselben angefertigten Garne und Gewebe begründet ist; nicht zu gedenken, dass die Härchen, die den Samenhüllen des Gossypium's entspriessen, aus einer der schwächsten Pflanzensubstanzen gebildet sind, während die Flachsfaser sich ihrer Natur nach schon mehr der stärksten, nämlich der lignösen, nähert.

Claussen beabsichtigt also geradezu ein gutes, festes, starkes Fabrikationsmaterial in ein schlechteres und schwächeres umzuwandeln, bloss um es auf Maschinen, die nicht für dasselbe bestimmt und eingerichtet sind, verarbeiten zu können. Er will Flachsfasern auf Kratz- und Spinnmaschinen, die für Baumwolle, für Thierwolle und für Flockseide berechnet sind, zu Garn machen, und um dieses thun zu können, zerhackt er den schönen langen Flachs in kurze Endchen. Er verstümmelt werthvollen Flachs zu Heede, und giebt dieser, wenn bearbeitet, den Namen: britische Baumwolle.

Man glaube nicht, dass Claussen ein Fabrikant sei, der solche britische Baumwolle fabrikmässig bereite, um sie an Spinner zu liefern oder der sie vielleicht selbst auf einer grossen Fabrikanstalt zu Garnen und zu Zeugen verarbeite. Nein, er scheint dieses auch gar nicht im Sinne zu haben. Er sucht auf kürzerem, weniger mühsamem und schwerem Wege zu Geld zu gelangen, auf dem Wege nämlich, der so oft in England und auch anderswo eingeschlagen wird. Man lässt sich für irgend Etwas ein Patent geben, lässt die Erfindung vielfältig durch die Presse als höchst nützlich anpreisen, citirt dann diese Artikel wieder selbst und lockt so Leute an, das Patentrecht für eine namhafte Summe zu kaufen, was nicht selten nur in der Absicht vom Käufer geschieht, um es wieder anderen für einen höhern Preis zu überlassen.

Herr Claussen scheint keine Mühe gespart zu haben, um seine Angelegenheit in Zeitungen, z. B. im Morning Chronicle und anderweitig rühmen zu lassen. Auch die Ackerbaugesellschaft ist ihm nützlich geworden. Am 12. Februar dieses Jahres wurde im Conseil dieser Gesellschaft eine der-

gleichen Anpreisung des Claussen'schen Projects vorgelesen. Sir James Graham, der zugegen gewesen war, erklärte am darauf folgenden Tage im Parlament, er könne sich keine gnädigere, barmherzigere, Lenkung der Vorsehung denken (for my part I cannot conceive any dispensation of Providence more merciful) als die, dass es der Wissenschaft und der Kunst, wie man guten Grund zu glauben habe, gelungen sei, die Faser des Flachses so zu bearbeiten, dass sie mit Baum-, Schaf- und Seidenwolle gesponnen werden könne, wodurch England in grossem Maasse unabhängig von fremder Zufuhr werden und für die inländische Fabrikation sowohl als für den Landbau eine sehr grosse, mit Vortheil verknüpfte Anregung erwachsen müsse. — Man applaudirte, und Claussen unterliess nun nicht, Graham's Rede so vielfältig als nur möglich vor das Publikum zu bringen.

Ich halte es für nöthig, hier die Bemerkung zu machen, dass nach meiner Ansicht und Erfahrung geschichtliche Nachforschungen über die Entstehung eines Vorschlags zu Neuerungen im Gebiete der Technik immer nützlich sind, um über den Werth des Projectes richtiger aburtheilen zu können. Da aber solche Forschungen mit Mühe verknüpft sind, so werden sie gewöhnlich vernachlässigt und es entstehen Irrungen mit schlimmen Folgen, welche hätten können vermieden werden.

Ich habe mir die Mühe gegeben, auszufinden, wie das Claussen'sche Flachsbaumwolleproject entstanden ist. Das Resultat meiner Nachforschungen ist folgendes:

Herr Claussen ist von Geburt ein Däne, der sich von 1816 bis 1843 meistens in Brasilien aufgehalten hat, wo er in der hochgelegenen, goldführenden Provinz Minas Geraes, gemeinschaftlich mit dem Grafen Linhares eine Mine besass.

Er hat ein Mémoire über die genannte Provinz geschrieben, auch ein Kärtchen angefertigt, welches das Geologische des von ihm näher gekannten Theiles von Minas Geraes zeigen soll; ferner ist in Brüssel im Jahre 1845 von ihm ein: Essai d'une nomenclature et classification des roches gedruckt worden. Im avant-propos erklärt er uns in wenigen Zeilen die Entstehung, nicht nur unserer Erdkugel, sondern des ganzen

Sonnensystems. Er ist Ritter des brasilischen Christus-Ordens, Mitglied des brasilischen Instituts, so wie auch einiger wissenschaftlichen Gesellschaften in Paris und anderwärts. Aus Brasilien hat er getrocknete Pflanzen an Decandolle, an den Jardin des plantes in Paris, an das British Museum in London und an unsern botanischen Garten gesandt. Eine Banisteria und eine Jacaranda sind nach ihm benannt.

Wie Claussen dazu gekommen, nach Verlassung seiner Besitzung in Minas Geraes, Flachs in England zu einer Goldgrube machen zu wollen, ward dem englischen Publikum am 1. August im Morning Chronicle also mitgetheilt:

Die Erfindung der Verwandlung des Flachses in Baumwolle war das Resultat «inductiver Forschung» und nicht des Zufalls. Als eines Tages Claussen längs dem Ufer eines der Flüsse in Brasilien lustwandelte, wurde seine Aufmerksamkeit auf eine weisse flaumartige Substanz gerichtet, welche sich im Flusse an die Aeste eines vom Ufer her überhangenden Baumes festgesetzt hatte. Als eifriger Naturforscher sei Claussen entschlossen gewesen, die Herkunft dieser Substanz aufzufinden und es habe sich ergeben, dass es Fasern von Flachs waren, der höher oben am Ufer des Flusses gelegen hatte und beim wiederholten Austreten desselben durch die Wirkung des Wassers zersetzt worden war. Da sei Claussen auf den Gedanken gekommen, Flachs künstlich in Baumwolle zu verwandeln.

Dieser Erzählung hat England vollen Glauben geschenkt. Man hat sie recht natürlich gefunden und daher die Claussen'sche Flachsbaumwolle wirklich als das Resultat «inductiver Forschung» anerkannt. Niemand hat sich die Mühe gegeben, zu prüfen ob nicht vielleicht andere Anlässe, ob nicht gerade Das, wovon der Verfasser des Artikels im Morning Chronicle abzuleiten sucht, nämlich der Zufall, Claussen der Flachsbaumwolle in England zuführte. Meine eigenen Forschungen haben das Letztere gezeigt.

Ich kann mich hier nicht darauf einlassen, eine Uebersicht aller früheren die Flachsverfeinerung betreffenden Vorschläge zu geben. Ich beschränke mich darauf, der Akademie ein Individuum vorzuführen, dessen Bemühungen in diesem

Fache in ganz directer Beziehung zu den Claussen'schen stehen.

Heinrich Gottlieb Ludwig Ahnesorge, geboren zu Glückstadt in Holstein, hatte erst zu Itzehoe beim Färbermeister und Bleicher Christian Fürste und sodann in Hamburg bei einem Schönfärber, Namens Michelmann, das Bleichen und die verschiedenen Zweige der Färbekunst erlernt, nachher fünf Jahre auf Reisen zugebracht, um sich ausgedehntere Kenntnisse in seinem Kunstfache zu erwerben, und sich sodann selbst als Färber und Bleicher in Glückstadt, bald darauf aber in dem Dorfe Kaltenkirchen, etablirt. Da hier fast jeder Bauer so viel Flachs erzeugt, als er braucht, so hatte Ahnesorge dicht vor seiner Thüre Flachsfelder, durch welchen Umstand er verleitet wurde, Versuche anzustellen, um die gewöhnliche, bekanntlich in mehrfacher Hinsicht tadelhafte und unangenehme Röstung des Flachses beseitigen zu können. Im Verfolg seiner Experimente fand er, unter Anderem, dass durch Kochen des Flachses in alkalischen Laugen seine Fasern unter sich theilbarer gemacht und denselben ein seidenartiges Ansehen gegeben werden kann.

Im Jahre 1836 war er so weit gediehen, dass er glaubte, durch seine Ermittelungen der Flachsindustrie in Holstein Nutzen bringen zu können. Er gab daher bei seiner nächsten Behörde, nämlich auf dem Amte Segeberg, bei dem Kammerherrn von Rosen das Project ein, auf Rechnung der Regierung irgendwo in Holstein eine Musteranstalt für verbesserte Bearbeitung des Flachsstrohes zu begründen; es erfolgte aber auf seinen Vorschlag keine Antwort.

Ahnesorge wendete nun seine Aufmerksamkeit mehr ausschliesslich auf den Gegenstand, der auch früher ihn stark beschäftigt hatte, nämlich, er suchte den fast werthlosen Abfall des Flachses, die Heede, in ein, der Baumwolle ähnliches, Material zu verwandeln, um sie wie Baumwolle kratzen und spinnen zu können.

Um die Baumwollenmaschinerie näher kennen zu lernen, unternahm Ahnesorge im Sommer des Jahres 1838 Reisen, und kam sogar zu uns nach St Petersburg. Der damalige dänische Gesandte Graf von Blome verschaffte ihm Zutritt zu

der Alexandrowskischen Manufactur. Die Herren Schmidt et Müller in Hamburg hatten geschrieben, dass »Herr Ahnesorge im Besitz einer neuen Methode sei, aus Heede durch chemische Bearbeitung eine Art Baumwolle zu schaffen«. Auf der damaligen Lädert'schen Fabrik auf der Wiburger-Seite fertigte er wirklich gegen zwölf Pud Heedebaumwolle an.

Im Jahre 1839 legte Ahnesorge Proben seiner Heedebaumwolle einigen Naturforschern, wie Pfaff in Kiel, Mitscherlich und Link in Berlin, vor; im Jahre 1840 sandte er auch Proben davon zur Industrieausstellung nach Kopenhagen.

Im Jahre 1843 zog Ahnesorge nach Neumünster, wo er die Leitung der, Herrn Sager gehörigen Tuchfärberei als Broderwerb übernahm, nebenbei aber immerfort die Flachsheedebearbeitung zu vervollkommnen suchte.

Als er nun eines guten Erfolgs seiner Bemühungen sicher zu sein glaubte, entschloss er sich, durch das königliche Amthaus zu Neumünster beim Ministerium in Kopenhagen um eine Geldunterstützung zur Anlage einer Fabrik anzuhalten.

Das Amthaus forderte, unterm 19. December 1845, das Handelshaus W. L. Renck S. und Co. (zu Neumünster) auf, ihm seine Meinung über den Werth der Ahnesorge'schen Producte zu geben.

Dieses Haus berichtete unterm 21. Januar 1846, dass Ahnesorge's verfeinerte und gebleichte Flachsheede nichts zu wünschen übrig lasse. Man habe aus derselben, mit ganz ordinärer jütscher Wolle vermischt, Garne spinnen lassen, und obgleich die Verarbeitung nur mit der Hand geschehen, sei sie vollständig gelungen, und »wir dürfen mit Sicherheit aussprechen, dass hier ein Mittel gefunden worden ist, der unteren Volksclasse ein dauerhafteres, wolfeileres und zugleich wärmeres Bekleidungsmaterial zu schaffen, als es durch Baumwolle allein oder durch Wolle allein [1]) möglich sein müsste. Wir dürfen ferner es aussprechen, dass eben bei der Billigkeit der Stoffe sich eine Fabrik mittelst eines nicht sehr bedeutenden Capitals wird etabliren lassen. Herrn Ahnesor-

1) Das Letztere ist in Bezug auf Wärme unrichtig.

ge's. Proben scheinen uns die Möglichkeit zu gewähren, der Flachsheede ihr Recht zu geben, und es liegt die Zeit vielleicht nicht ganz fern, wo dieselbe nicht als Abfall, sondern als der werthvollere Bestandtheil (des Flachses) angesehen werden möchte, da eben hier noch sich sehr wohl Sortirungen denken lassen, die die feinsten Sorten Stoffe liefern möchten, welche dem Baumwollfabrikat in mancher Hinsicht den Rang ablaufen möchten, da bei dem hohen Preise der Baumwolle und bei den niedrigen Preisen der Heede das Fabrikat vielen Arbeitslohn enthalten darf, um billigere Producte zu erzeugen. Die hübsche Lösung der Aufgabe, ohne Verschlechterung des Fabrikats und ohne der Spinnfähigkeit zu schaden, die gebleichte Heede zu verarbeiten, möchte dieselbe selbst zu gemischten Stoffen in Verbindung mit Wolle, vielleicht auch mit Seide, zu verarbeiten fähig machen«.

Der Bericht endet folgendermaassen, um das Ganze zusammen zu fassen.

»Es ist versucht, den unteren Volksclassen ein wolfeiles, mit ordinärer Wolle gemischtes, also wärmeres Fabrikat zu liefern, als Baumwolle und Flachs einerseits und Wolle andererseits, zu liefern im Stande sind. Dies scheint uns vollkommen erreichbar. Es ist die Bahn gebrochen, dem feineren Bestandtheil des Flachses, der Heede, welche vorher als Abfall fast werthlos erschien, eine Stellung in der Manufactur-Industrie anzuweisen, welche von grosser Wichtigkeit werden dürfte. Es ist die Möglichkeit nachgewiesen worden, Heede und Flachs vor der Verarbeitung zu färben und zu bleichen, ohne der Spinnfähigkeit Abbruch zu thun, und wir können dem königlichen Amthause deshalb mit Vergnügen den Rath ertheilen, den Antrag des Herrn Ahnesorge auf das Möglichste zu unterstützen, zumal da der Antrag von einem Manne geschieht, der während der Zeit seines Aufenthaltes in Neumünster ausdauernden Fleiss, mit grosser Sparsamkeit verbunden, bewiesen hat. Will das königliche Amthaus ein Mehreres thun, so würde sich dasselbe ein Verdienst um die Landesindustrie erwerben, wenn es das königliche Gewerbzollkammer- und Commerz-Collegium bewegen könnte, Herrn

Ahnesorge eine Anleihe von mindestens tausend Speziesthalern zu gewähren, mit zwei Prozent Zinsen und zwei Prozent Abtrag und so, dass der Abtrag nach fünf Jahren etwa einträte, eine Berücksichtigung, die Herr Ahnesorge wohl verdient hat, da er viel Mühe, Arbeit, Kosten und Reiseauslagen bereits gehabt und darauf sein kleines Vermögen fast ausschliesslich verwendet hat».

Das Amthaus zu Neumünster machte die hier erbetene Vorstellung nach Kopenhagen und, nach Einsendung der verlangten Proben, wurde ihm die unterm 3ten Juni (1846) erfolgte Allerhöchste Resolution Seiner Majestät des Königs von Dänemark in Bezug auf diese Angelegenheit mitgetheilt. Sie lautete: «Wir wollen dem Färber Ahnesorge in Neumünster zur Fortsetzung der Versuche, aus Heede, oder aus Heede in Verbindung mit Wolle oder Baumwolle ein wohlfeiles und zweckmässiges Bekleidungsmaterial herzustellen, und eventualiter zur Einrichtung einer derfälligen Fabrik eine Summe bis zum Betrage von eintausend Thalern aus der diesjährigen Budgetsumme zur Förderung der Industrie unter der Bedingung Allergnädigst bewilligt haben, dass diese Summe dem Fabrikcontroleur in Altona, Dr. Paulsen, angewiesen und unter dessen Aufsicht verwendet werde.»

Nach Anschaffung der benöthigten Maschinen zum Kratzen und Spinnen der veredelten Heede, fing Ahnesorge gegen Ostern des Jahres 1847 an, aus derselben in Verbindung mit Baumwolle, oder mit Wolle, Kleidungsstoffe zu weben, wozu er in Neumünster eine Fabrik eingerichtet hatte. Den Absatz der fertigen Fabrikate übernahm Herr Holler in Rendsburg, Besitzer des Eisenwerkes, genannt Carlshütte, welchen Dr. Paulsen ersucht hatte, Ahnesorge behülflich zu sein. Noch in demselben Jahre sandte er Proben von veredeltem Flachse, von Hanf und von Heede, gebleicht zur Vermischung mit Seide, und auch verschiedentlich gefärbt, so wie endlich schon fertige Webzeuge zur Industrieausstellung nach Altona.

Der bald darauf ausgebrochene unglückliche Krieg mit Dänemark hinderte Ahnesorge mit der begonnenen Industrie fortzufahren; seine Arbeiter mussten Soldaten werden.

Um nicht an den Bettelstab zu kommen oder gar gezwungen zu werden, gegen Dänemark zu fechten, reiste er am 7. October 1848 von Rendsburg nach England.

Am 18. October in London angekommen, erkundigte sich Ahnesorge sogleich, wie er es zu machen habe, um ein Patent für seine Baumwollenbereitung aus Heede zu bekommen.

Man verwies ihn an einen der vorzüglichsten Agenten für Patente, Herrn Joseph Clinton Robertson, dessen Bureau sich in No. 166, Fleetstreet befindet. Dieser sagte Ahnesorge, er kenne Jemand, der wahrscheinlich seine Erfindung gerne aufnehmen und ihm zur Ausführung derselben in England behülflich sein werde. Er schlug eine Zusammenkunft mit diesem Herrn vor.

Als Ahnesorge am folgenden Tag zu Robertson kam, fand er Herrn Claussen auf ihn wartend. Dieser war erfreut über den Vorschlag Heede in Baumwolle zu verwandeln. Er wünschte Ahnesorge's Methode zu acquiriren und ein Patent darüber zu nehmen. Man kam wegen der commerziellen Bedingungen überein, welche am 23. und noch bestimmter am 30. October schriftlich abgefasst wurden.

Ahnesorge fing schon am erst erwähnten Tage seine Arbeit an im Hause No. 34, Great Charlotte streel in Blackfriars road, wo Claussen circuläre patentirte Strickzeugstühle im Gang hatte und wo er selbst wohnte. Hier war es also, wo die ersten Quantitäten von Flachs und Hanfheede, so wie auch von langen Flachs- und Hanffasern von Ahnesorge nach seiner Methode in England bearbeitet wurden.

Ein Theil der von Ahnesorge zu London bearbeiteten Flachsheede wurde zum Verspinnen mit Wolle gemischt auf dazu geeignete Fabriken versandt und sodann weiter zu Zeug verarbeitet. Auch erhielten die berühmten Flachsspinner, Gebrüder Marshall zu Leeds, von Ahnesorge eine Quantität des von ihm in London zubereiteten Flachses, welchen dieselben recht gut fanden, wie ich solches bei meinem letzten Besuch auf ihrer Fabrik vernommen habe.

Zu einer fabrikmässigen Bearbeitung der Heede und des

Flachses kam es in London nicht, weil es am nöthigen Capital fehlte; sie wurde später in Yorkshire versucht.

Herr Ahnesorge war nämlich dem Herrn August Quitzow, einem gebornen Hamburger, von dem Hause Quitzow, Schlesinger et Co. zu Bradford, durch den oben erwähnten Herrn Holler in Rendsburg empfohlen worden. [2])

Dieses Handelshaus erstand mittelst Meistgebotes ein eingegangenes Färberei-Etablissement zu Apperley Bridge, zwischen Bradford und Leeds gelegen [3]), um Ahnesorge dort zu beschäftigen. Er sollte sogenanntes berliner Wollstrickgarn, mit welchem Artikel jenes Haus Handel treibt, färben und Heede sowohl als Flachs nach seiner Methode bearbeiten.

Im Jahr 1850 hatten sich zwei Umstände ereignet, welche dem Vorschlag, ein Surrogat für Baumwolle aus Flachs zu liefern, sehr günstig schienen.

Der eine war der damalige ausserordentlich hohe Preis der Baumwolle, so dass ein Project, dieselbe theilweise durch Flachs zu ersetzen, viel Anziehendes haben musste. Der andere war die angekündigte Weltindustrieausstellung, welche die vortrefflichste Gelegenheit darbot, die Flachsbaumwolle weit und breit zu empfehlen und ein für ihre Anfertigung genommenes Patent zu einer ergiebigen Goldmine zu machen.

Als nun Herr Quitzow gegen Ende des genannten Jahres die Bereitung des Baumwollsurrogats aus Flachsheede durch Ahnesorge ernstlich betreiben lassen wollte, fand es sich, dass Herr Claussen eine Eingabe um ein Patent über diese Sache gemacht hatte; es musste also erst eine Uebereinkunft mit ihm getroffen werden.

Nachdem dieses geschehen, bearbeitete Ahnesorge zu Apperley Bridge viel Heede und Flachs nach seiner Weise mit Soda, bleichte sie und färbte einen Theil. Das Publikum hat, ohne

---

2) Das Haus Quitzow, Schlesinger et Co. zu Bradford hat die Agentur des in der Nähe dieses Ortes befindlichen grossen Eisenwerkes, genannt Low Moor. Es mag in Angelegenheiten dieses Eisenwerkes gewesen sein, dass Herr Quitzow das Eisenwerk Carlshütte bei Rendsburg besuchte, dessen Besitzer Herr Holler ist.

3) Es hatte früher Ridley and Thorpe gehört.

es zu wissen, seine künstliche Baumwolle gesehen. Alle die Muster, welche sowohl unter des Ritters Claussen, als unter Quitzow, Schlesinger et Co^{s}. Namen im Crystallpalast zur Schau ausgelegt waren, sind von Ahnesorge zu Apperley Bridge angefertigt worden. Unter Claussen's Namen waren seine Producte auf der südwestlichen Galerie unter Nummer 105 von Classe IV ausgestellt; jene unter dem Namen Quitzow, Schlesinger et Co. befanden sich unten in Classe XII und XV unter No. 178. Besonders gefielen dem Publikum die gefärbten Muster dieser Ahnesorge'schen Wolle. Niemand erfuhr aber, wer der geschickte Anfertiger derselben war.

Auf Herrn Claussen's Verlangen musste Ahnesorge zu Apperley Bridge auch guten langen Flachs zerschneiden und bearbeiten, denn hierauf sollte vorzüglich der Vorschlag, die damals so theure Baumwolle zum Theil zu ersetzen, begründet werden, um zum Kaufen des im Februar dieses Jahres (1851) specificirten Patentes anzureizen.

Die oberste Handelsbehörde in England (the Board of Trade) hatte von dem Flachsproject schon frühzeitig Kunde erhalten. Der Secretair, Herr Porter, hielt in der vorigjährigen Versammlung der British Association zu Edinburg einen Vortrag, in welchem er sagte, man sei beschäftigt zu untersuchen, ob nicht der Flachs ein Surrogat, oder wenigstens ein theilweises Ersatzmaterial für die mangelnde Baumwolle abgeben könne, was um so wichtiger sei, da, seit Abänderung der Korngesetze, Flachs vortheilhafter wie zuvor in dem Vereinigten Königreiche gezogen werden könne.

Damit Claussen eine Gelegenheit habe zu zeigen, dass sich der von ihm vorgeschlagene zerschnittene Flachs auf Baumwoll-Maschinen kratzen und spinnen lasse, empfahl ihn der erwähnte Herr Porter dem Präsidenten der Handels- und Fabrik-Kammer zu Manchester, Herrn Thomas Bazley jun., einem vortrefflichen Manne, der, mit Herrn Gardner zusammen, Eigenthümer der Baumwollspinnerei, genannt Dean Mills, ohnweit Bolton, ist, und auch einer der königlichen Commissare für die Londoner Ausstellung war.

Da auf dieser Fabrik bloss hohe, feine Nummern gesponnen werden, so adressirte Herr Bazley den Ritter Claussen

an Herrn John Bright, den als Parlamentsglied so bekannten Quäker, weil er sich eifrigst um die Abänderung der Korngesetze bemüht hatte, und welcher mit seinen Brüdern zusammen bei Rochdale unter der Firma: John Bright and Brothers eine Baumwollspinnerei, Weberei u. a. m. (Fieldhouse Mills) besitzt.

Da hier gerade eine Spinnerei mit allen Maschinen stille stand, so überliess der liberale Herr Bright dieselbe Herrn Claussen ganz zur Anstellung seiner Versuche und hier war er mehrere Monate lang mit denselben beschäftigt; man kardete und spann die von Ahnesorge zu Apperley Bridge bereitete Flachsheedebaumwolle sowohl für sich allein als auch mit wirklicher Baumwolle gemischt.

Als ich den Herren Bright meinen Besuch machte, zeigten sie mir das Local und mehrere der auf ihren Maschinen erzeugten Producte, von denen sie jedoch keinesweges eine vortheilhafte Meinung hatten.

Zu Apperley Bridge hatte Ahnesorge Anfangs eine Zeit lang nach seiner eigenen Methode gearbeitet; er kochte nämlich den Flachs in einer Lösung von kohlensaurem Natron, zuweilen auch in mehr oder weniger entkohlensäuerter solcher Lauge. Die zu Flachsbaumwolle bestimmte Heede wurde hier immer mit kaustischer Lauge behandelt. Hierauf legte man die Heede sowohl als den Flachs in mit Schwefelsäure versetztes Wasser.

Nun wurde von Ahnesorge verlangt, auch jene Prozedur auszuüben, welche Claussen in die Specification seines Patentes aufgenommen hat, und welche das Wunder ganz vollkommener Baumwollebildung aus zerschnittenem Flachse bewirken sollte.

Nach der Behandlung mit kaustischer Lauge wurde der Häckerling mit einer Lösung von stark kohlengesäuertem Natron (Bicarbonat oder wenigstens Sesquicarbonat) getränkt und dann, ohne Auslaugung, in verdünnte Schwefelsäure gebracht. Das hier erfolgende Aufbrausen nannte man den Spaltungsprozess (splitting process) und den angereisten Beschauern wurde durch Claussen's damaligem Agenten, Herrn Thomas Graves, erklärt, der Häcksel werde in dem Augen-

blichs des Aufbrausens in eine Unzahl von dauter gleich starken, unter sich vollkommen ähnlichen und den Baumwollefädchen ganz analogen Fasern zerspalten. [4])

Ein solches Experiment war am 26. Februar des laufenden Jahres in der Versammlung des Conseils der Ackerbaugesellschaft gemacht worden. Die «splitting (cottonising) operation», nämlich das Aufbrausen, wurde als «a most beautiful discovery» bewundert und im Bericht über die Sitzung, welcher nachher dem Publicum wieder vielfältig vorgelegt wurde, stand, das in Gegenwart des Conseils angestellte, die Erfindung erläuternde Experiment habe geschienen, ein neues Beispiel natürlicher Magie zu liefern.

Auffallend war es mir, auch sehr kenntnissvolle Männer in England dieses Aufbrausen als etwas Wichtiges rühmen zu hören und es galt noch bei meiner Abreise bei dem Haufen für das Miraculum der Baumwollebildung aus Flachshäckerling. In einem ganz kürzlich erschienenen Werke des Herrn William Digby Seymour über Runkelrüben-, Flachs- und Cichorien-Cultur in Irland sagt der Verfasser, auf Seite 120, im Bezug auf den Erfinder des «splitting process»: «Verily, Chevalier Claussen is a Deus ex machina». Und hinsichtlich des Nutzens schreibt er: «Der Baumwollenmarkt und der Wollmarkt sind jetzt, wie der Flachsmarkt, dem Flachsbauer geöffnet. Durch die «extraordinary invention» des Chevalier Claussen wird der alte Rival der Flachspflanze auf der letzteren eigenen Feldern geschlagen, und der Flachs, statt der Baumwolle Weg zu machen, ist in einen ähnlichen Stoff verwandelt.»

Da von Herrn Quitzow die Flachs- und Heede-Bearbeitung, die ihm sehr bedeutende Auslagen verursacht haben muss,

---

4) Zu Apperley Bridge waren durch Herrn Graves auf den Boden eines Zubers einige Kupfer- und Zinkplatten gelegt, um auf galvanische Wirkung beim vermeinten Spalten des Häckels hinzudeuten. Man sehe den Morning-Chronicle vom 27. Februar. — Dieses geschah wahrscheinlich, weil Claussen in der Specification seines Patentes gesagt hat, das Aufspalten der Flachsfasern könne durch electrische Wirkung erreicht werden.

ganz aufgegeben werden, Claussen aber ein Project zur Bildung einer Flachscompagnie (Claussen's patent flax Company) deren Capital sich von L. 250,000 bis auf L. 500,000 belaufen sollte, veröffentlicht hat und sein Patentrecht zu verkaufen wünscht, also Gelegenheit braucht, seinen »Spaltprozess« und das Bleichen an Personen, die Mitglieder der Compagnie zu werden oder das Privilegium theilweise zu kaufen wünschen möchten, zu zeigen, so hat er am Ost-Ende von London, in Stepney Green, ein Gebäude, the Old Farm House genannt, das früher zu einem Armenhaus gehörte, gemiethet.

Hier wird in den Kesseln der gewesenen Küche der Flachs oder die Heede vorläufig unter Herrn Ahnesorge's Leitung in Sodalauge gesotten und wenn kauflustige Besuchende kommen, so wird von dem so vorbereiteten Material eine gewisse Quantität in einen Korb gelegt und dieser auf eine Zeit in den hölzernen Kasten mit der Auflösung von doppelt kohlensaurem Natron, dann aber vor den Augen der Anwesenden in den daneben befindlichen Kasten mit Schwefelsäure herübergehoben. Da entsteht nun durch die entweichende Kohlensäure das Brausen und Dr. Ryan, gewesener Lector am polytechnischen Institut, ein Mann von hübschen Kenntnissen, erklärt, wie früher Herr Graves zu Apperley Bridge, dass so eben der »splitting process« vor sich geht. Nun wird der Korb in eine schwache Sodalösung, von da aber in die Bleichflüssigkeit, aus Chlorkalk und Bittersalz bereitet, dann in Wasser mit Schwefelsäure und zuletzt in reines Wasser herüber gehoben.

Vor meiner Abreise aus London war, in Folge der vielfältigen Bemühungen Claussen's und seiner Gehülfen, für Amerika das Patentrecht von dem Londoner Hause: Macfarlane and Stapley (No. 133, Cheapside) gekauft worden. Auch waren »Licenses« für einzelne Orte in England genommen und einige Herren gingen mit der Idee um, das Patentrecht für Schottland zu erstehen. Die Königliche Flachs-Gesellschaft in Irland scheint für's erste an der dort seit mehreren Jahren durch den verstorbenen Schenck eingeführten Methode, nach welcher bekanntlich der Flachs durch erwärmtes Wasser zur weiteren Bearbeitung vorbereitet wird, fest halten zu wollen.

Ich habe die vorhergehende Auseinandersetzung übernommen, um die Wahrheit in Bezug auf die Claussen'schen Anpreisungen aufzudecken. — Meine Ueberzeugung ist, dass Russland des Ritters Claussen patentirte Flachsverwandlung in Baumwolle nicht braucht.

Wir wollen unsern langen Flachs nicht zerhacken, sondern ihn lang bleiben lassen, und ihn dann auf dazu geeigneten Maschinen spinnen. Mit vieler Freude sah ich bei William Higgins and Sons in Salford bei Manchester und bei Herrn Peter Fairbairn in Leeds solche Maschinen in bedeutender Zahl für Russland anfertigen und es werden wirklich jetzt bei uns an mehreren Orten Flachsspinnereien angelegt, was nicht zu sehr gelobt werden kann, denn bis jetzt ging der auf russischem Boden erzeugte Flachs nach Grossbritannien und Irland, um dort gesponnen zu werden. Herr Mertwago etablirte die erste Spinnerei ohnweit Moskau.

Die Claussen'sche Behauptung, dass bei dem Eintauchen von mit kohlensaurem Natrum getränktem Flachs in Schwefelsäure derselbe in Fasern, welche denen der Baumwolle vollkommen ähnlich seien, gespalten werde, ist eine Täuschung. Der Bast des Flachsstengels kann bekanntlich, durch chemische Beihülfe, vermittelst sorgfältiger mechanischer Bearbeitung in feine Fasern zertheilt werden. Immer aber werden diese in Bezug auf Durchmesser und äussere Form mehr oder weniger von einander verschieden sein, und nie werden sie die vollkommene Homogenität der Baumwollenfäden haben, welche das Erzeugniss unnachahmbarer schaffender Naturkraft sind.

Sollte man bei uns fein bearbeitete Flachsheede mit Baumwolle mischen und sie dann zu Zeugen verarbeiten wollen, wie solches Ahnesorge zu Neumünster that, so kann es leicht geschehen und wir brauchen dazu Claussen's Hülfe nicht. Wir haben in Russland längst verstanden, Heede in einen feinen, gewissermassen seiden- oder baumwollartigen Stoff zu verwandeln. Schon vor mehr als vierzig Jahren schlug ein eingeborner Russe vor, dieses durch Behandlung mit kaustischer Aschenlauge und Seife zu thun. Wir verstehen auch, Flachsheede nicht weniger gut als anderswo zu bleichen.

Flachs liefert Gewebe, die, zu Bekleidungen verarbeitet, von allen hiezu gewöhnlich gebrauchten Stoffen, das Wärme ableitende Vermögen im grössten Maasse besitzen, wenn nicht etwa die Faser der Urtica (Boehmeria) nivea, des sogenannten chinesischen Grases, noch besser leitet, was ich bei Gelegenheit zu untersuchen wünsche

Aus diesem Grunde ist Linnen im schwülen Sommer, Baumwollenzeug aber, das schon weniger gut ableitet, bei kühlerer Witterung die angemessenste Bekleidung. Ein Gewebe aus einer Mischung von Flachsheede und Baumwolle muss im Bezug auf das Wärmeableitungsvermögen zwischen beiden stehen.

Schaf- und andere Thierwolle leitet die Wärme weit schlechter, als Flachs und Baumwolle. Stoffe aus veredelter Heede mit Thierwolle gemischt, zu verfertigen, wie es ebenfalls Ahnesorge vorschlug, kann zwar für gewisse Zwecke geschehen, ist aber eigentlich doch nicht empfehlungswerth. Eben weil die Wolle ein schlechter Wärmeleiter ist, wird sie uns so nützlich, denn wir hüllen uns, wenn in der Atmosphäre der Wärmestoff nur spärlich vorhanden ist, in Stoffe aus diesem schlechten Leiter ein, um uns die in unserem Organismus erzeugte Wärme nicht schnell entziehen zu lassen. Ist aber die Thierwolle bedeutend mit Flachsfasern vermischt, welche gute Wärmeleiter sind, so entschlüpft längs diesen die Wärme aus dem Körper in die uns umgebende Atmosphäre. Sie muss es thun, weil ihr das Gesetz vorgeschrieben ist, sich, wo es angeht, gleichmässig zu vertheilen.

Ich glaube hinlänglich dargethan zu haben, dass dasjenige, was in der Flachsbaumwolle, welche während der Londoner Ausstellung so grosses Aufsehen erregte, etwa anwendbar sein möchte, schon früher von Andern, in England aber ganz neuerdings von Herrn Ahnesorge, vorgeschlagen worden, dass aber die von dem Ritter Claussen patentirte Zerstückelung werthvollen Flachses, weder bei uns in Russland, noch anderswo eingeführt werden muss.

$\frac{5}{17}$ December 1852.

Tradescant's Testament und Ashmole's Museum zu Oxford, vom Akademiker HAMEL.

Es ist der Akademie bekannt, dass ich eine Schrift über das nützliche Wirken eines Mannes abgefasst habe, der auf immer in der Geschichte der Naturwissenschaften ehrenvoll im Andenken erhalten werden muss, weil er der Begründer der ältesten naturhistorischen Sammlung in Grossbritannien war und auch früh bei London in der Cultur von seltenen Pflanzen rühmlichst thätig gewesen ist; ich meine Tradescant den Aelteren. [1])

Ich bearbeitete seine Geschichte um so mehr mit Eifer und Vorliebe, weil es mir vorbehalten gewesen war, nachzuweisen, dass ein zu Oxford befindliches, unerkanntes und ganz unbeachtet gebliebenes, Manuscript das eigenhändige Journal dieses Tradescant's über eine von ihm im Jahr 1618 ausgeführte Reise nach Archangelsk sei, von wo aus er nach den Inseln des Dwina-Delta's botanische Excursionen machte; unter Anderem nahm er von der «Rosen-Insel» die Rosa Moscovita nach England mit. [2])

---

1) In dieser meiner Abhandlung: «Tradescant der Aeltere 1618 in Russland» habe ich gezeigt, wo namentlich das Tradescant'sche Museum und der botanische Garten sich befanden. Es war auf der Ostseite von South Lambeth road, unrichtig die Südseite genannt.

2) Tradescant kam zu uns mit Sir Dudley Digges, der von König James I als Gesandter zum Zaren Michail Fedorowitsch abgefertigt worden war. Ueber ihn und den Zweck seiner Sendung kann man im Anhang zu meiner angeführten Abhandlung nachlesen.

Vor Tradescant war Russland von England aus nur von Kaufleuten und von Diplomaten besucht worden; er war der erste zu uns gekommene Engländer, der Sinn für das Studium der Natur hatte.

Mit wahrem Vergnügen erkannte ich den Fleiss dieses zu einer frühen Stunde in den naturhistorischen Garten geeilten englischen Arbeiters. Als ich aber das Schicksal der von ihm gemachten Sammlungen untersuchte, musste ich den Verdacht schöpfen, es habe das Individuum, welches von Tradescant's erblosem Sohn sich das vom Vater begründete Museum und den botanischen Garten zu verschaffen gewusst hatte, nämlich Elias Ashmole, dieselben auf unrechtmässige Weise erlangt. Er benutzte sie, um seinen ruhmsüchtigen Absichten zu fröhnen.

Die im Druck vorhandenen Notizen über die Acquisition stammen bloss von Ashmole selbst her, enthalten also nichts, um den von mir gehegten Verdacht zu rechtfertigen. Ich war daher genöthigt, seine Angabe, als habe er die Sammlungen testamentarisch von Tradescant dem Jüngeren erhalten, einstweilen als wahr gelten zu lassen.

Ashmole versprach den Inhalt des Tradescant'schen Museum's, nebst Zuthaten von seiner Seite, der Universität Oxford mit der Bedingung, dass ein eigenes Gebäude zur Aufnahme errichtet werden, und dass dieses Museum seinen Namen führen sollte. Beides geschah. Das Haus wurde durch den weltberühmten Erbauer der St. Pauls-Cathedrale zu London, Sir Christopher Wren, aufgeführt, und das Tradescant'sche Museum ist seit seiner Uebertragung nach Oxford unter Ashmole's Namen allgemein bekannt; es heisst: the Ashmolean Museum.

Da man in diesem Museum auch nicht ein Wort als von Tradescant's Hand geschrieben kannte, so musste ich glauben, Ashmole habe Sorge getragen, jeden Schriftzug der Tradescants, des Vaters sowohl wie des Sohnes, zu entfernen. Die schon erwähnte Handschrift des alten Tradescant's ohne Bezeichnung seines Namens, welche seine Reise nach Russland von ihm selbst beschrieben enthält, hat Ashmole so we-

nig, wie im Verlauf von beinahe zwei Jahrhunderten jemand Anders, als von ihm kommend, erkannt. [3])

In der Botanik wird an Tradescant's Verdienst um die Cultur der Pflanzen noch jetzt durch eine nach ihm benannte Gattung erinnert. Die Zoologen sind Tradescant dankbar, dass er in sein Museum ein Exemplar des bald nachher gänzlich vertilgten Vogels von der Insel Mauritius, des Dodo, aufgenommen hatte, der leider, wie so viele andere Thiere, im Museum zu Oxford von den Motten zerstört wurde, so dass wir jetzt nur einige Rudera davon, jedoch als höchst wichtige Reliquien, besitzen. [4])

Während meines diesjährigen Aufenthaltes in London habe ich einen Theil der Zeit, welche ich nicht auf der Industrieausstellung zubringen konnte, angewendet, um Nachforschungen anzustellen, wie Ashmole eigentlich in den Besitz der Tradescant'schen Sammlung gekommen sei.

Ich unternahm es, das Document, durch welches Ashmole im Jahr 1659 Tradescant's Sammlungen will erhalten haben, aufzusuchen, konnte aber keines finden.

Dagegen war ich so glücklich, unter einem spätern Datum das wahre Testament von Tradescant im Original zu entdecken, von welchem Niemand Kenntniss hat. Dasselbe ist in vollkommen gesetzmässiger Form abgefasst, von Tradescant selbst unterzeichnet, mit seinem Siegel versehen und von fünf Zeugen attestirt. Es gibt wichtigen Aufschluss über die wahre Bestimmung von Tradescant's Museum.

Ich freute mich nicht wenig, endlich ein Mal den Namen der Männer, die mich so viel beschäftigt haben, von einem derselben eigenhändig geschrieben zu sehen, muss aber bemerken, dass der Name nicht, wie wir glaubten, Tradescant, sondern Tredescant ist. Auch im Testament selbst steht fast immer Tredescant. So hatte ich schon früher den Namen in

---

3) Das Manuscript Tradescant's war kurz vor meiner Untersuchung desselben in den neuen, von Herrn Black angefertigten Catalog der Handschriften des Ashmole'schen Museum's unter No. 824, XVI eingetragen worden, ohne zu ahnen, wer der Autor sei.

4) Siehe meine Abhandlung: Der Dodo, die Einsiedler und der erdichtete Nazarvogel; 1848.

Ashmole's Diarium, und auch anderwärts, gedruckt gesehen, glaubte aber, es seien Fehler der Abschreiber oder der Setzer in den Druckereien, zumal da in dem 1656 gedruckten Catalog des Museum's und der Pflanzen im dabei befindlich gewesenen botanischen Garten beinahe jedesmal Tradescant steht. Hier wäre jedoch zu bemerken, dass die Engländer Trade eben so aussprechen, wie die Deutschen Tred lesen.

Tredescant's Siegel ist zwischen den Silben Tre- und -descant aufgedrückt. Es trägt drei Fleur-de-lys in der Binde und ist ganz dasselbe, welches im gedruckten Catalog auf einer besonderen Tafel vor dem Titel in grösserem Maassstabe gravirt zu sehen ist.

In meiner 1845 abgefassten Abhandlung «Tradescant der Aeltere 1618 in Russland» habe ich schon bemerkt, dass der Name früher auch Tradeskin geschrieben wurde, und dass z. B. in Flatman's Gedichten auf Seite 14 vorkommt:

«Thus John Tradeskin starves our wondering eyes
By boxing up his new found rarities».

Bei Gelegenheit des im Jahr 1634 Statt gefundenen Begräbnisses der Mutter unseres Testator's, der Frau des Begründers des Museum's, welcher in Russland gewesen, steht im Rechnungsbuche des Kirchenältesten zu St. Mary in Lambeth: «June 1. Received for burial of Jane, wife of John Tradeskin 12 s.» und zur Zeit der Beerdigung des älteren Tredescant's selbst im Jahre 1638 ist daselbst notirt: John Tradeskin: ye great bell and black cloth 5 s. 4 d.»

Im Flatman'schen Gedicht ist man genöthigt, Tradêskin zu sagen, in dem Kirchenbuche darf man aber Trâde (Tred)-skin lesen, was denn Balghändler bedeuten könnte.

Ueber dem Namen und der Herkunft der Tredescants herrscht grosses Dunkel. Bei uns in Archangelsk hatte sich Tredescant (1618) John Coplie genannt, wie ich aus unseren russischen Originaldocumenten ersehen habe; es steht da: Джанъ Копле. In der von mir zu Oxford entdeckten Beschreibung dieser seiner Reise nach Russland hat er, bei Aufzählung des Reisepersonals, gesetzt: «Note on(e) Jonne an(d) Coplie wustershir men» woraus man schliessen darf, dass er

aus Worcestershire herstamme [5]). Dass sein »Joone an Coplie« doch nur eine, und zwar seine eigene Person bezeichnet, beweisst das russische in Archangelsk ausgefertigte Document.

Was nun die Hauptsache für uns im Testament selbst ist, nämlich die Anordnung wegen des Museum's, so steht darin klar und bestimmt:

»Ich vermache mein Museum meinem vielgeliebten Weibe Hester Tredescant für die Zeit ihres Lebens, und nach ihrem Tode vermache ich dasselbe an die Universitäten Oxford oder Cambridge, welcher von ihnen sie (nämlich seine Frau) es bei ihrem Ableben zu bestimmen für gut finden wird«.

Das Testament, welches wiederholt der letzte Wille genannt wird, ist abgefasst am 4. April 1661. Der Testator, Tredescant, starb etwas mehr als ein Jahr später, nämlich am 22. April 1662 und am 5. Mai desselben Jahres wurde dieses Testament gerichtlich bestätigt.

Nun steht in Ashmole's eigenem Diarium gedruckt: Am 12. December 1659 habe Tredescant und seine Frau ihm gesagt, sie hätten lange überlegt, wer nach ihrem Tode ihr Museum bekommen solle und seien endlich zu dem Entschluss gelangt, es ihm zu übermachen. Zwei Tage darauf (am 14.) hätten sie ihrem Notar (scrivener) Instruction ertheilt, ein Document (a deed of gift) hierüber aufzusetzen, und wiederum zwei Tage später (am 16.; der Astrolog fügt hinzu: 5 Hor. 30 minutes post merid.) hätten sie diesen Act besiegelt und ihm übergeben.

Wenn das hier von Ashmole Gesagte auch wahr wäre, so hat es keinen Werth, denn in dem von mir aufgefundenen letzten Willen und Testament Tredescant's vom Jahr 1661 heisst es am Schluss: »Endlich widerrufe ich alle früher von mir gemachten Willensverordnungen und will, dass bloss diese bestehe und dass sie sei mein letzter Wille und Testament, aber keine andere. Welches zu bezeugen, ich, John Tredescant, diesen meinen letzten Willen und Testament mit

---

5) In einer Beschreibung des bei Archangelsk Gesehenen vergleicht er die Karren der Landleute mit den in Staffordshire gebräuchlichen. Diese Grafschaft gränzt bekanntlich an Worcestershire.

meiner Hand unterschrieben und mit meinem Siegel versehen habe».

In Ashmole's Diarium steht, dass er nach Tredescant's Tode im Jahr 1662 eine gerichtliche Eingabe gemacht habe (This Easter Term I preferred a bill in Chancery) gegen die Wittwe wegen der Sammlungen welche ihr Mann ihm verschrieben habe, und unterm 18. Mai 1664 notirt er, dass an dem Tage seine Eingabe vor Gericht gehört worden sei (My cause came to hearing in Chancery against Mrs. Tredescant).

Ich habe in den Protocollen des Gerichtshofs des Lord Kanzlers unter dem erwähnten Datum die Prozedur von Ashmole gegen die Wittwe Tredescant's vorgefunden. Das Wesentliche davon ist Folgendes:

Ashmole trug vor, dass, als er im December des Jahres 1659 Tredescant in South Lambeth besuchte, er von ihm und von seiner Frau sehr freundschaftlich behandelt worden sei (he was entertained by Tredescant and the Defendant, his wife, with great profession of kindness). Mrs. Tredescant habe ihm gesagt, ihr Mann sei zu dem Entschluss gekommen, ihm die in seinem «Clossett of Raryties» befindliche Sammlung von Natur-, Kunst- und Alterthums-Sachen u. a. m. (rarities and antiquities: bookes, coynes, medalls, stones, pictures, mechanicks) zu vermachen, weil er sie zu schätzen wisse (knowing the great esteeme and value he put upon it). Tredescant habe ihm später selbst gesagt, dass, in Anerkennung von Ashmole's früheren Bemühungen bei Anfertigung des Catalog's seines Museum's und Gartens, gedruckt (1656) unter dem Titel: Musaeum Tradescantianum, er dieses zu thun Willens sei [6]), und zwar solle Ashmole und Tredescant's Wittwe, so

6) Aus der Vorrede zu diesem Buche ergiebt sich, dass der Catalog gerade vor zwei hundert Jahren, nämlich 1652, begonnen wurde. Man hatte Tredescant versichert, dass die Bekanntmachung der Gegenstände in seinem Museum, welches an Reichthum alle anderen in Europa übertreffe (the rarities being more for variety than any one place known in Europe could afford), Ehre für die englische Nation und Nutzen für künftige Forscher nach sich ziehen werde. Er habe darauf hin (im Jahre 1652) mit Hülfe zweier Freunde die Arbeit begonnen. Der bald nachher erfolgte Tod seines Sohnes (er starb am

lange sie leben, die Sammlungen zusammen besitzen (enjoy) [7]). Tredescant habe sodann wirklich einen Act ausfertigen lassen, durch welchen er seine Sammlungen jeder Art, Naturalia oder Kunstsachen, innerhalb und in der Nähe des Hauses (hier schliesst Ashmole listig den botanischen Garten mit ein) ihm übermachte, die Frau sollte Mitbesitzerin sein und es sollte nichts entwendet werden. [8])

---

11 September 1652), die fast ein Jahr dauernde Krankheit eines der Freunde, und ein dem anderen gemachter Process habe die Arbeit verzögert. Die Personen werden nicht genannt, ich habe jedoch ausgefunden, dass die erstere der Dr. Thomas Wharton, die zweite aber Elias Ashmole war. Letzterer hatte im Jahre 1652 mit seiner Frau oft Tredescant besucht und bei ihm gewohnt. Zwei Jahre vorher (1650) hatte er den Fasciculus chemicus in englischer Sprache, unter dem adoptirten Anagram James Hasolle, herausgegeben, welchen der Leibarzt des Zaren Michail Fedorowitsch, Dr. Arthur Dee, schon im Jahre 1629 zu Moscau in seinem Hause an der Iljinischen Pforte lateinisch abgefasst hatte, und im Jahre 1652 druckte er sein Theatrum Chemicum Britannicum. Die überhäuften Beschäftigungen des Kupferstechers Hollar, der die Portraits zu dem Catalog graviren sollte, waren auch eine Ursache der Verspätung der Herausgabe, die endlich im Jahre 1656 erfolgte. Ashmole gab bald nachher (1658) ein Buch über den Stein der Weisen, betitelt: The way to bliss, heraus und wandte sich nun von der Astrologie und Alchemie zur Bearbeitung der Geschichte des Hosenbandordens, auch beschäftigte er sich nicht wenig mit Münzen. Im Jahre 1660 ward er Barrister im Tempel, das Jahr darauf Mitglied der Royal Society u. s. w.

7) Ashmole erzählte auch, Tredescant habe ausgedungen, dass er nach Mrs. Tredescant's Ableben einer gewissen Mary Edmonds, oder ihren Kindern, hundert Pfund Sterling zukommen lassen solle. In dem von mir aufgefundenen wahren Testamente Tredescant's vermachte er wirklich dieser Mary Edmonds, welche die Tochter seines Freundes Edward Harper war, hundert Pfund Sterling, die ihr nach dem Tode seiner Wittwe ausgezahlt werden sollten. Im Fall aber dass sie dann nicht mehr am Leben sei, sollte das Geld ihren vier Kindern, seinen Taufpathen: Hester, John, Leonard und Elizabeth ausgezahlt werden, und wenn eines oder mehrere von ihnen gestorben wären, sollte das Geld unter die noch lebenden vertheilt werden.

8) Die Clausel wegen der an Mary Edmonds zu zahlenden hundert Pfund sei nicht hinein gesetzt worden, damit die Uebermachung mehr

Diesen Act habe Tredescant am 16. December unterzeichnet und mit seinem Siegel versehen, Mrs. Tredescant habe einen unter Elisabeth geprägten Schilling (a Queen Elizabeths milled shilling) geholt, welchen ihm Tredescant zusammen mit dem Act überreicht habe und dadurch sei er Besitzer der Sammlungen geworden.

Mrs. Tredescant habe den Act auch als Zeuge unterschrieben. Aber als er, Ashmole, das Haus zu verlassen im Begriff gewesen, habe sie ihn gebeten, denselben bei ihr zu lassen, denn sie wünsche befreundete Personen zu fragen, ob durch ihre Unterzeichnung als Zeuge nicht etwa ihr Recht als Miteigenthümerin der Sammlungen geschmälert werde. Er habe ihr das Document gelassen in der Hoffnung, dass sie es ihm bald zurück erstatten werde, was aber nicht erfolgt sei. Jetzt, nach dem Tode Tredescant's behaupte sie, ihr Mann habe nie so einen Act abgefasst, die Wahrheit sei aber, sie habe ihn verbrannt oder auf andere Weise vertilgt.

Mrs. Tredescant verwies dagegen auf ihres Mannes letzten Willen und Testament vom 4. Mai 1661, wodurch alle etwaige frühere Bestimmungen über sein Vermögen als nichts geltend erklärt worden, und kraft dessen das Museum nament-

---

als eine freiwillige und generöse Gabe von Seiten Tredescant's erscheinen sollte. Vielleicht hat Ashmole dieser hundert Pfund bloss erwähnt und ihre Zahlung auf sich genommen, weil sie im wahren Testament Tredescant's als Vermächtniss stehen, damit diese Summe nicht ein Hinderniss zur gerichtlichen Entscheidung, so wie er sie haben wollte, sein konnte. Ashmole's Worte im Bezug auf die hundert Pfund waren: «It was not thought fitt to clogge the deed with the payment of the said hundred pounds to Mrs. Edmonds or her children to the end that the same might better appear to be a free and generous gift and therefore the consideracon of the deed was expressed to be for the entire affeccon and singular esteeme the said John Tredescant had to him (Ashmole) who he did not doubt would preserve and augment the said rarities for posterity.» Ashmole erklärte, dass er das Geld zahlen wolle, und in seinem Tagebuch finde ich, dass er nach Mrs. Tredescant's Tode, im Jahr 1678 an Mrs. Lea, die eine der Töchter von Mrs. Edmonds gewesen sein muss, hundert Pfund gezahlt hat. — Dies ist also der Preis, für welchen er sich Alles, was die beiden Tredescants zusammen gebracht hatten, zuzueignen wusste.

lich ihr, und ihr allein übergeben wird, mit der Bedingung, dass sie es entweder der Universität zu Oxford oder der zu Cambridge vermache. Sie fügte hinzu, sie sei entschlossen, es der Universität Oxford zu hinterlassen.

Ashmole's Einfluss siegte über das Recht der Wittwe Tradescant's. Der Gerichtshof entschied zu seinen Gunsten, und er wurde als Eigenthümer aller Tradescant'schen Sammlungen erklärt. Er erhielt, ohne dass er ein Document, welches ihm ein Recht auf den Besitz zusprach, aufweisen konnte, Alles was die Tradescants, Vater und Sohn, im Verlauf eines halben Jahrhunderts mit unsäglicher Mühe und auf mehreren Reisen in ihrem Museum sowohl als in dem dabei befindlichen botanischen Garten zusammen gebracht hatten [9]), buch-

9) Ausser dem im Jahr 1618 gemachten Besuch in Russland, war Tradescant der Vater zwei Jahre später mit der damals gegen algierische und andere Seeräuber ausgerüsteten Flotte im mittelländischen Meere. Man hat irrig geglaubt, diese Reise habe sein Sohn gemacht, dieser war aber dazumal erst zwölf Jahre alt. Bei der erwähnten Expedition befand sich Sir Henry Palmer, der im Catalog des Museum's als einer der Gönner der Tradescants angeführt wird, eben so wie Sir Dudley Digges, mit welchem er die Reise zu uns machte. Auf dieser Fahrt hatte Tradescant weniger Gelegenheit zu botanisiren, wie bei uns an der Dwina; doch fand ich, dass er von der Insel Formentera, wo die Flotte vom 26. bis zum 28. April angelegt hatte, um sich mit Holz zu versehen, ein Trifolium mitgebracht hat, welches Johnson in seinem Garten gesehen, und T. stellatum hirsutum benannt hat. Auch wissen wir durch Parkinson, dass Tradescant von Algier eine für England damals neue Art Aprikosen mitgebracht hatte. Im Jahr 1627 begleitete Tradescant, der Vater, die Expedition, welche der Herzog von Buckingham, bei dem er zu der Zeit Gärtner war, nach La Rochelle und auf die Insel Rhe unternahm. Von dieser Insel brachte er das Leucojum marinum maximum mit, welches Parkinson in seinem Theatrum abgebildet hat. Der jüngere Tradescant, dessen Testament mich hier beschäftigt, hat eine Reise nach Virginien gemacht und von da viele Gewächse mitgebracht, die ich anderwärts angegeben habe. Unter den Sämereien war der vom Cupressus Americana, dessen Einführung man wieder irrig dem älteren Tradescant zugeschrieben hat (Phil. Trans. Vol. XLVI). Dass Tradescant, der Vater, auf seinen Reisen ein guter Beobachter war, davon hat er bei uns Beweis gegeben, indem er

stäblich Alles, was in dem (1656) gedruckten Büchelchen: Musaeum Tradescantianum, wo auch sämmtliche Pflanzen des botanischen Gartens benannt sind, angegeben steht.

Der Richterspruch des Lord Chancellor's war: »He, Ashmole, shall have and enjoy all the singular the bookes, coynes, medalls, stones, pictures, mechanicks and antiquities and all and every other the rarytie and curiosities of what sort or kind soever, whether naturall or artificiall which were in John Tredescants Clossett or in or about his house at South Lambeth the 16. December 1659 and which were commonly deemed, taken and reputed as belonging or appertaining to the said Clossett or Collection of Rarities, an abstract whereof was heretofore printed under the tytle of »Musaeum Tradescantianum«. Mrs Tredescant sollte bloss Zeit ihres Lebens eine Art Vormundschaft darüber haben (subject to the trust for the Defendant during her life).

Ferner befahl der Lord Kanzler, es solle eine Commission ernannt werden, um zu untersuchen, ob alles noch vorhanden sei, was zur Zeit der Anfertigung des Cataloges da war. Wegen des etwa Fehlenden solle von ihr Auskunft verlangt und sie gezwungen werden, es zu ersetzen; auch solle sie Sicherheit stellen, dass in Zukunft nichts abhanden komme.

Zu Commissaren, welche die erste der Bestimmungen des Lord Chancellor's ausführen sollten, wurden zwei Personen ernannt, denen Ashmole stark den Hof machte, weil er sie zur Erreichung anderweitiger Vortheile nöthig hatte. Sie waren: Sir Edward Bysh (latinisirt Bissaeus, unter welchem Namen er auch als englischer Herausgeber einiger Schriften des Helenopolischen Bischofs Palladius vorkommt) und William, später (seit 1677) Sir William Dugdale, wohl bekannt als Antiquar und als äusserst fleissiger Sammler von Archivnotizen, auch als Verfasser und Compilator vieler Werke. Ich erinnere bloss an das Monasticon anglicanum, die Baronage, die Antiquitäten von Warwickshire, die Geschichte der

---

sowohl die doppelte Fluth (Manicha) im Weissen Meere, als auch die scandinavischen Felsblöcke (blocs erratiques) an der Dwina notirt hat.

Londoner St. Pauls-Cathedrale, das Glossarium Archäiologicum und die Origines Juridiciales.

Bysh und Dugdale waren damals die zwei Ober-Heralde von England. Ersterer, als «Clarencieux king of arms» war es für den südlich, und letzterer, als «Norroy (oder Norway) king of arms» für den nördlich vom Tyneflusse gelegenen Theil. Ashmole war, gleich nach der Restauration von Charles II (am 18 Juni 1660) zum Windsor Herald ernannt worden und liess sich oft von den Kings of arms Commissionen geben. Des letzteren, Dugdale's, Tochter Elisabeth heirathete er (1668) gleich nach dem Tode seiner zweiten, reichen Frau, Lady Mainwaring, die einmal (1657) eine acht hundert Bogen starke Klage gegen ihn eingereicht hatte.

Zu Ausführung der zweiten Bestimmung des Lord Chancellor's wurde Sir William Glascock ernannt. Dieser sollte von der Wittwe Tredescant für Ashmole Caution verlangen, dass alles in und bei dem Hause im Jahre 1659 vorhanden Gewesene sich bei ihrem Tode vollständig vorfinden werde. Der Ritter Glascock war, als «Master of Chancery», Mitglied des Kanzleigerichtshofes, welcher die Entscheidung in dieser Sache gegeben hatte, und konnte also über das Interesse Ashmole's um so mehr mit Nachdruck wachen.

Man frägt gewiss, wer war denn jener Gross-Kanzler, der ein solches Urtheil zu Gunsten eines Mannes von vielen Connexionen gegen eine Wittwe fällte? — Es war der bekannte Lord Clarendon (Edward Hyde), der drei Jahre später wegen sehr grossartiger ihm zur Last gelegter Missbräuche vor Gericht gestellt werden sollte, da er aber nach Frankreich entfloh, in den Bann gethan wurde und (1674) zu Rouen starb. In einer von Clarendon's Biographieen steht, es seien nur spärliche Materialien vorhanden, um über seinen Character als Richter ein Urtheil zu fällen. -- Meine gegenwärtige Mittheilung kann als ein Beitrag dienen.

Die Wittwe Tredescant hatte sich lange dem ergangenen ungerechten Richterspruch nicht fügen wollen; er konnte aber nicht abgeändert werden. Sie endete (1678) ihr Leben in einem Teiche des botanischen Gartens, in welchem ihr

Schwiegervater und ihr Mann so viel für Pflanzenkunde gethan hatten.

Im folgenden Jahre (1679) wurde der Grundstein zu dem Gebäude für das Museum in Oxford gelegt, welches 1682 fertig wurde, da denn Ashmole die Tredescant'sche Sammlung dahin sandte, um von Dr. Robert Plott in demselben aufgestellt zu werden. Das Museum bekam, wie schon gesagt, Ashmole's Namen, unter welchem es seit der Zeit allgemein bekannt ist.

Ashmole schrieb der Oxforder Universität, er bringe ihr diese Sammlung zum Geschenk, ob man ihm gleich von andern Orten her den Hof gemacht habe, um sie zu bekommen; auch habe er bedeutende, ihm dafür gebotene, Summen ausgeschlagen. Er erhielt von der Oxforder Universität Belobungsschreiben, und bei seiner späteren Anwesenheit daselbst wurde ihm im Museum vom Vizekanzler und den Chefs der Colleges ein prächtiges Gastmahl gegeben und Lobreden dargebracht. Auf Ashmole's Grabstein zu Lambeth steht: Mortem obiit 18 Maii 1692, sed durante Musaeo Ashmoleano Oxonii nunquam moriturus.

Wäre Tredescant's Testament und der Wunsch seiner Wittwe erfüllt worden, so wäre das Museum von ihr selbst der Oxforder Universität übermacht, und, wie sich's gebührte, als Tredescant's Museum aufgestellt worden.

Die vielfachen Mühen und Sorgen, welche die Begründung und Erweiterung eines naturhistorischen und Kunst-Museum's erheischen, werden vielleicht auch jetzt nicht immer nach Würden berücksichtigt. Wie hoch muss aber das Verdienst Desjenigen angeschlagen werden, der schon vor beinahe drittehalb Jahrhunderten in England das erste Museum dieser Art geschaffen hat, und zwar lange vor Sir Hans Sloane, dessen Sammlung die Basis des jetzigen British Museum's in London war. Da keine Nachkommen oder Verwandten von den Tredescants vorhanden sind, die das Schicksal ihres Museum's hätten aufklären können, so habe ich es übernommen zu zeigen, wie der Name dieser verdienstvollen Männer auf ungerechte Weise verwischt worden ist. Zum Beweis, dass alle Behauptungen in englischen und anderen Werken, als

ob Tradescant der jüngere das vom Vater gestiftete und von ihm erweiterte Museum an Ashmole testamentarisch vermacht habe, falsch seien, füge ich hier die Abschrift des von mir in London im Archiv des Prerogative Court of Canterbury aufgefundenen Originaltestamentes dieses Tradescant's bei.

THE LAST WILL AND TESTAMENT OF ME JOHN TRADESCANT.

IN THE NAME OF GOD. AMEN.

The Fourth day of April in the yeare of our Lord God one thousand six hundred sixtie one I, John Tredescant of South Lambeth in the Countie of Surrey, Gardiner [10]) being at this present of perfect health minde and memorie, thanks be therefore given to Almightie God [11]), and calling to minde the uncertaintie of death, and being desirous whilst I am in a Capacity to settle and dispose of such things as God of his goodnesse hath bestowed upon me, doe make and declare this my last will and Testament as followeth. First and principally I commend and yeild my soule into the hands of Almighty God my Creator and my bodie to the Earth to be decently (according to the Quality, wherein I haue liued) interred as neere as can be to my late deceased Father John Tredescant and my sonne who lye buried in the parish Church-yard

10) Der ältere Tradescant war schon bei dem 1612 verstorbenen Grafen Salisbury Gärtner gewesen, später war er es bei Edward, Lord Wotton in Canterbury und dann, wie bereits erwähnt, bei dem Herzog von Buckingham (gegen welchen Tradescant's früherer Patron, Sir Dudley Digges, im Jahr 1626 im Parlament so heftig aufgetreten war, dass man ihn in den Tower abführte). Noch kurz vor Tradescant's Tode wollte man ihm die Oberaufsicht über den von dem Braunschweiger Jacob Bobart im Jahr 1632 eingerichteten botanischen Garten in Oxford geben. Die Tradescants, Vater und Sohn, hatten auch die Ehre Gärtner der Königin Henrietta Maria (the Rose and Lilly Queen) zu sein.

11) Ich bemerke hier, dass der Testamentsteller damals zwei und funfzig Jahre alt gewesen sein muss, denn ich habe eine Notiz gefunden, dass er am 3. August 1608 getauft worden sei. Er wäre also in seinem vier und funfzigsten Jahre verstorben.

of Lambeth aforesaid at the discretion of my Executrix hereafter named; hopeing by and through the merits death and passion of my onely Saviour and Redeemer Jesus Christ to have full remission of all my Sinnes, and to see my God in the land of the Living; and for my temporall Estate I doe will, bequeath, and dispose thereof as followeth. That is to saie, I will that all such debts as shall be by me Justly due and owing to anie person or persons what soeuer at the time of my decease (if anie such be) shall be truly paid and satisfied, and after my Funerall charges shall be defrayed, for the doeing whereof I appoint the summe of twenty pounds or thereabouts shall be expended by my Executrix but not more. Item I giue and bequeath upon the condition hereafter mentioned to my daughter Frances Norman the summe of ten pouds of Lawfull money of England, which I will shall be paid unto her within six moneths after my decease, and likewise I doe forgive her the summe of fourescore pounds or thereabouts, Principall money, besides the Interest thereof which I long since lent her late deceased husband Alexander Norman [12]). Provided that shee und her husband if she shall be then againe married, giue my Executrix a generall release for the same. Item I giue and bequeath to my two namesakes Robert Tredescant and Thomas Tredescant of Walberswick in the Countie of Suffolk, to each of them the summe of five shillings apeice in remembrance of my loue, and to euery childe or Children of them the Robert and Thomas that shall be living at the time of my decease the summe of two shillings and six pence apeice [13]). Item I giue to Mris. Marie Ed-

12) Von dieser Tochter des jüngeren Tredescant's, Frances, die an Alexander Norman verheirathet gewesen, wussten wir bisher nichts.

13) Wegen dieser beiden Tredescants zu Walberswick in Suffolk sind, durch gütige Verwendung eines Freundes von mir, im Kirchenbuche jenes Ortes von Herrn Ellis zu Southwold Nachforschungen angestellt worden; leider aber hebt dasselbe erst vom Jahre 1756 an. In Thomas Gardner's: Historical Account of Dunwich, Blithburgh and Southwold von 1754, wo auch Walberswick historisch behandelt ist, kommt der Name Tredescant nicht vor. Uebrigens muss Tredescant der Aeltere wol in Suffolk gewesen sein, denn in der Beschreibung sei-

monds the daughter of my louing Friend Edward Harper the summe of one hundred pounds, to be paid unto her after my wifes decease; and in case she die before my said wife, my will is and I doe hereby giue and bequeath the said summe of one hundred pounds, after my wifes decease to my Foure God-Children, vizt Hester John Leonard and Elizabeth Edmonds sonnes and daughters of the said Mris. Mary Edmonds Equally to be diuided amongst them share and share alike, and if either of them die before he, her or they receiue their share or Portion so to be diuided then the said share or portion of him her or them so dying to goe and be given to the survivor and survivors of them share and share alike[14]. Item I doe hereby giue, will, devise and bequeath to my Cosen Katharine King widdow, after the decease of my wife, the Little house Commonly called the Welshmans house situate in South-Lambeth aforesaid together with that Little Peice of Ground now enclosed thereunto adjoyning; and to her heirs and assignes for euer. Item I giue devise and bequeath my Closet of Rarities to my dearely beloued wife Hester Tredescant dureing her naturall Life, and after her decease I giue and bequeath the same to the Universities of Oxford or Cambridge, to which of them shee shall think fitt at her decease. As for such other of my Friends and Kindred, as I should nominate for Rings and small tokens of my Loue, I leaue that to the Care of my said wife to bestow how manie and to whome shee shall think deserving. The rest and Residue of all my Estate Reall and personall wheresoeuer and whatsoeuer, I wholy giue devize and bequeath to my deare and loving wife Hester Tredescant, and to her heires and assignes for euer. And I doe hereby nominate ordaine Constitute and appoint my said Louing Wife Hester Tredescant full

---

ner Reise nach Archangelsk vergleicht er die daselbst. gesehenen Pflüge mit denen in Essex und das Ackerland, so wie die Schafe, mit denen in Norfolk. — Suffolk liegt zwischen diesen beiden.

14) Eine dieser Taufpathen Tredescant's war wahrscheinlich im Jahr 1678 die Mrs. Lea, welcher von Ashmole, seinem Diarium zufolge, die erwähnten hundert Pfund ausgezahlt wurden.

and sole Exècutrix of this my last will and Testament; and I doe desire Dr. Nurse and Mr. Mark Cottle to be Ouerseers of this my last will and Testament, and I giue to each of them fortie shillings a peice. Lastly I doe hereby revoke all Wills by me formerly made, and will that this onely shall stand and be my last will and Testament and no other. In Wittnesse whereof I the said John Tradescant to this my present last will and testament haue set my hand and seale the daie and yeare aboue written.

John Tre (L. S.) descant.

Signed sealed published and declared by the said John Tradescant the Testator as and for his last Will and Testament in the presence of Jon Scatewell — Foulk Bignall — Rob^{t}. Thompson Jun^{r}^{ts}, — Ric. Newcourt Jun^{r}. — Richard Hoare Notary Publique.

Probatum apud London coram venerabili viro D-no Williamo Mericke milite Legum Doctore Commissario etc. quinto die mensis May Anno Domini 1662 iuramento Hestore Tredescant Relicte dicti defuncti et Executricis etc.

Wer würde wohl geglaubt haben, dass im Angesicht dieser unwiderruflichen testamentarischen Bestimmungen zu Gunsten der Wittwe Tredescant's man befehlen konnte, dem Elias Ashmole, dessen Name im Testamente gar nicht erwähnt wird, das ganze Tredescant'sche Museum und auch noch dazu den botanischen Garten zu übergeben?

Es fragt sich nun, ob denn wenigstens alle im Catalog benannte Gegenstände, für deren Erhaltung Mrs. Tredescant verbindlich gemacht wurde, von Ashmole an die Universität Oxford wirklich abgeliefert worden sind, wie es die Wittwe Tredescant's, dem Testament zufolge, zu thun Willens war. — Leider scheint der grösste Theil, ich möchte sagen, fast alles, zu fehlen.

Gern hätte ich, ausser vielen anderen, mehr wissenschaftlichen, Gegenständen, auch die von Tredescant im Jahre 1618 aus Russland mitgenommenen Sachen, welche ich in meiner Abhandlung angeführt habe, gesehen, fand aber gar nichts

vor [15]). Sehr wünschte ich jetzt untersuchen zu können, was das für »Mazer dishes« sind, die in Tredescant's Catalog auf Seite 52 zwischen chinesischem Porzellain und indischen langen Pfefferbüchsen angeführt sind. Auf Seite 44 steht wieder: »The plyable Mazer wood, being warmed in water will work to any form«. Darf man glauben, dass dieses Gutta percha gewesen? Ich besitze Stücke von roher Gutta percha, die vollkommen das Ansehen von Maserholz haben. Als ich meinem Freunde Dr. Weisse die zuletzt angeführte Stelle im Tredescant'schen Catalog zeigte, bemerkte er sogleich im darauf folgenden Artikel »Blood that rained in the Isle of Wight« das Ergebniss eines meteorischen Staubfalls. — Da nun bei Ehrenberg keines Blutregens auf der Insel Wight erwähnt wird, so stellte ich Forschungen an und fand in der Bromton'schen »Chronik der Ereignisse in England von 588 bis 1200«, dass im Jahre 1177 am Sonntage nach Pfingsten ein fast zwei Stunden lang anhaltender Blutregen auf der Insel Wight gefallen sei, durch welchen leinene Tücher, die auf Zäunen zum Trocknen ausgehängt gewesen, so roth gefärbt worden, als ob man sie in mit Blut angefüllte Gefässe getaucht hätte [16]). Tredescant bemerkt, er habe die Nachricht über das

15) Das auf S. 46 des Catalog's erwähnte Kleid (Duke of Muscovy's vest wrought with gold upon the breast and arms) hat wahrscheinlich dem Fürsten Andrei Wassiljewitsch Chilkow gehört, welcher im oben genannten Jahre (1618) Wojewode von Archangelsk war. Ich fand jetzt im Oxforder Museum von Tredescant's Reise nach Russland weiter nichts als den Kopf eines Tauchers vor, dessen Balg er von der Dwina mitgebracht hatte. Der nachher ausgestopfte Vogel war auf Seite 4 des Catalog's vom Museum zu Lambeth als «Gorara (was den russischen Namen Gagara bedeuten soll) or Colymbus from Muscovy» angeführt. Der gegenwärtig vorhandene Kopf wird gleichzeitig mit dem des Dodo, nämlich im Jahr 1755, abgehackt worden sein.

16) Die lateinischen Worte sind: Eodem anno (1177) die Dominica clausae Pentecostes sanguineus imber cecidit in insula de *Whit*, fere per duas horas integras, ita quod panni linei per sepes ad siccandum suspensi, rore illo sanguineo sic aspersi fuerant acsi in vaso aliquo pleno sanguine mersi essent. — Joannes Brompton (oder Brompton) war bekanntlich Abt im Bernhardiner Kloster zu

in seinem Museum aufbewahrte »Blut« von Sir John Oglander erhalten (attested by Sir Jo: Oglander). Nun ergibt es sich, dass dieser Sir John in directer Linie von Richard de Okelander aus Caen abstammte, welcher mit Wilhelm dem Eroberer 1066) nach England gekommen war und sich auf der Insel Wight zu Nunwell, ohnweit Brading im Osten der Insel, niedergelassen hatte, wie denn auch der gegenwärtige Repräsentant des Hauses, Sir William (seit Januar 1852, Sir Henry) Oglander Bar^t. noch jetzt diesen Landsitz hat. Es ist daher wohl möglich, dass etwas von dem im Jahre 1177 gefallenen, für Blut gehaltenen rothen Meteorstaub im Hause der Oglander bis ins siebzehnte Jahrhundert aufbewahrt worden war. Da in dem vorliegenden Fall der mit Regen aus der Atmosphäre herabgekommene rothe Staub auf ausgehängte Wäsche abgesetzt war, welche ins Haus zurückgebracht werden musste, so ist man zum Sammeln und Aufbewahren dieses »Blutes«, als eines Wunderzeichens, gleichsam eingeladen worden. Tredescant (der Aeltere) hat Sir John Oglander's nähere Bekanntschaft machen und sich dieses Curiosum für sein »Closet of rarities« ausbitten können, als er im Juli des Jahres 1627 im Begriff stand, im Gefolge seines damaligen Patrons, des Herzogs von Buckingham, nach Rochelle in Frankreich abzugehn, denn die zur Befreiung der Hugenotten daselbst bestimmte grosse Flotte, auf welcher sechs bis sieben tausend Mann Truppen eingeschifft wurden, rüstete sich bei der Insel Wight, wo Sir John Oglander damals Vicegouverneur (Deputy Governor) war [17]). — Es würde von dem höchsten

---

Flusse Yore im damaligen Richmondshire (jetzt der North Riding von Yorkshire einverleibt). Es ist unentschieden verblieben, ob die ihm zugeschriebene Chronik wirklich von ihm abgefasst worden, oder ob sie bloss sein Eigenthum gewesen sei. Pfingstsonntag war im Jahr 1177 der 12. Juni, also fiel der Blutregen auf der Insel Wight am 19. Juni.

17) Es gibt von Sir John Oglander eine handschriftliche Notiz über die Insel Wight. Ich bedaure, nicht nachsehn zu können, ob er darin eines Blutregens Erwähnung thut. Zur Zeit, als Tredescant sich bei der Insel Wight einschiffte, war Sir John auch Friedensrichter für die Grafschaft Southampton (Hampshire) und mit dem

wissenschaftlichen Interesse sein, diesen rothen meteorischen Staub aus dem zwölften Jahrhundert mit dem Microscop untersuchen und mit dem neuerdings gesammelten vergleichen zu können. Sollte er nicht noch im Oxforder Museum oder sonst irgendwo unbeachtet vorhanden sein?

Im Tradescant'schen Museum war auch Malachit ausgestellt. Auf S. 25 des Catalog's findet sich: Malachites, species Jaspidis.

Je mehr man den Catalog des Tradescant'schen Museum's untersucht, desto mehr muss man staunen, wie es möglich war, dass diese Gärtner — dies ist auch, wie wir gesehen, der Titel im Testament — so Vieles und so Vielerlei zusammen bringen und gleichsam die Begründer der ersten Ausstellung von Natur- und Kunstgegenständen in London werden konnten.

Herzog von Buckingham zusammen in dieser Grafschaft einer der Commissare, welche die damalige grosse Geldanleihe für die Regierung betreiben sollten. Die Insel Wight gehört bekanntlich zu dieser Grafschaft. Ich führe alles dieses an, um zu zeigen, dass Sir John Oglander mit dem Herzog von Buckingham oft zusammen gewesen sein muss und so des letztern Protégé, unsern Tradescant, kennen lernen konnte.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém.* T. X. No. 11.)

$\frac{19}{31}$ December 1851.

Ueber die oxydirende Wirkung der Osmiumsäure auf organische Körper, von Alexander Buttlerow, Adjuncten bei der Universität zu Kasan.

Die Oxydationslehre der organischen Körper hat, besonders in neuerer Zeit, durch viele ausgezeichnete Entdeckungen die Aufmerksamkeit der Chemiker in Anspruch genommen, daher war es mir von nicht geringem Interesse zu erfahren, wie sich die sauerstoffreiche Osmiumsäure, diese seltene und merkwürdige Verbindung, als Oxydationsmittel verhalte, und welche Oxydationsproducte sie erzeuge.

Im Laboratorio der Kasan'schen Universität hatte ich die nicht häufig vorkommende Gelegenheit, durch die Gefälligkeit des Herrn Prof. Claus mir das Material zur Darstellung einer namhaften Menge dieser Säure zu verschaffen, und Versuche mit einigen organischen Körpern anzustellen. Leider ist aber eine solche Arbeit höchst unangenehm und sogar gefährlich, weil die Säure sehr stark die Augen und Lungen angreift, so dass man gezwungen wird, selbst bei aller möglichen Vorsicht, die Versuche öfter einzustellen und sie endlich ganz aufzugeben. Ich theile daher nur die wenigen Fälle mit, welche ich nach Maassgabe meines Vorrathes an Osmiumsäure und der

Möglichkeit die Versuche anzustellen zu beobachten Gelegenheit hatte.

Die zu den Versuchen verwendete Osmiumsäure wurde aus ½ Pfunde Osmium-Iridium auf folgende Weise dargestellt. In einem eisernen Cylinder, der durch das Absägen des oberen Theiles eines Quecksilbergefässes hergestellt wurde, schmolz ich das ungepulverte Mineral mit seinem doppelten Gewichte Aetzkali zusammen und steigerte die Hitze bis zum Weissglühen, in welcher ich die Schmelze eine halbe Stunde hindurch erhielt, und hierauf in eine silberne Schale ausgoss. Die erkaltete Masse wurde nun zerstossen und mit destillirtem Wasser übergossen, welches Ruthenium- und Osmiumsaures Kali auszog, während Iridiumsäure und Iridiumoxyd mit noch unaufgeschlossenem Osmiumiridium zurückblieb. Die orangenfarbene Lösung der Kalisalze beider Säuren wurde mit einem Heber abgezogen, und der ungelöste Rückstand nach dem Trocknen mit Salpeter und Aetzkali geschmolzen und die Schmelze ausgezogen. Nach viermaligem Schmelzen wär alles Osmium-Iridium aufgeschlossen und in dem schwarzen Rückstande der Iridiumsäure kein unaufgeschlossenes Mineral mehr bemerkbar. Die orangenfarbene Lösung der Kalisalze beider Metallsäuren wurde nun mit Salpetersäure neutralisirt, wobei Rutheniumoxyd gemengt mit etwas Osmiumoxyd als schwarzes Präcipitat niederfiel und das osmiumsaure Kali gelöst blieb. Zu dieser Lösung setzte man einen Ueberschuss von Salpetersäure hinzu und unterwarf sie der Destillation. Hierbei ging eine Flüssigkeit über, bestehend aus in Wasser gelöster Osmiumsäure, Salpeter- und salpetriger Säure und es setzten sich Krystalle von Osmiumsäure in der Vorlage ab, welche aber von den später übergehenden heissen Wasserdämpfen wieder gelöst wurden. Das Destillat wurde nun nach und nach so lange mit Aetzkali versetzt, bis alle saure Reaction verschwunden war, und nun nochmals der Destillation unterworfen. Die auf diese Weise erhaltene wässrige Osmiumsäure war rein und enthielt keine Beimischung von den oben erwähnten Säuren, — sie röthete nicht mehr blaues Lakmuspapier. Auch aus dem Niederschlage des osmiumhaltigen Rutheniumoxydes so wie aus der unreinen Iridiumsäure, wurde durch Destilla-

tion mit Königswasser unreine Osmiumsäure erhalten, welche auf angegebene Weise gereinigt wurde. Alle Portionen der gewonnenen Osmiumsäure goss man zusammen und bestimmte ihren Gehalt an wasserleerer Säure durch's Fällen eines abgewogenen Antheils der Lösung mit Schwefelhydrogen, und durch Wägung des getrockneten Schwefelosmiums. Dieser Versuch wies 2,9 — 3,0 % Osmiumsäure nach.

Die Osmiumsäure desoxydirt sich bekanntlich sehr leicht durch Berührung mit organischen Substanzen; welche Veränderungen diese jedoch erleiden, das ist bis auf die neueste Zeit gänzlich unbekannt. Es war zu vermuthen, dass die Osmiumsäure bei ihrem grossen Reichthum an Sauerstoff, wie alle Metallsäuren, zu den kräftigsten Oxydationsmitteln gehöre, und meine Versuche bestätigen diese Voraussetzung, denn die meisten von mir geprüften organischen Substanzen wurden durch dieses Reagens zu Oxalsäure oxydirt. Höchst wahrscheinlich bildet sich während der sehr langsam und wenig energisch fortschreitenden Reaction der Osmiumsäure eine Reihe intermediärer Oxydationsproducte, bevor das Endresultat — die Oxalsäure auftritt; allein es ist mir bisher nicht gelungen diese intermediären Producte zu gewinnen, weil die Trennung des bei der Reaction sich abscheidenden Osmiumoxydes von den Oxydationsproducten in der Flüssigkeit in dieser Periode so schwierig ist, dass ich keine Mittel ausfindig machen konnte, diese Trennung zu bewerkstelligen. Erst bei den höher oxydirten Producten wird diese Scheidung dadurch möglich, dass man Ammoniak hinzufügt und erwärmt, wobei sich dann die Flüssigkeit von dem Osmiumoxyde durch Filtriren trennen lässt.

Es wurden nur geringe Mengen der zu untersuchenden Substanzen angewendet, nämlich 1—4 Gramme, weil die Quantität der mir zu Gebote stehenden Osmiumsäure nicht hinreichte Versuche in grösserem Massstabe anzustellen und ich dieselben auf viele Körper auszudehnen wünschte. Zugleich sollten diese Untersuchungen nur qualitative nicht quantitative Resultate liefern, überhaupt nur präliminäre Reactionsversuche sein. — Die oben angegebene Menge der Substanzen

wurde gewöhnlich mit ½ bis einem ganzen Litre flüssiger Osmiumsäure in einem Setzkolben so übergossen, dass das Gefäss, so wie die damit verbundene Gasleitungsröhre ganz damit angefüllt war. Hierauf stellte man die Vorrichtung verbunden mit einem mit Quecksilber angefüllten Recipienten an einen warmen Ort zur Reaction, die oft sehr langsam fortschritt und Wochen lang anhielt. Wenn der Geruch nach Osmiumsäure verschwunden war, und sich die ganze Flüssigkeit durch das Ausscheiden des Osmiumoxydes schwarz gefärbt und undurchsichtig geworden war, versuchte man an einer Probe, ob sich das Oxyd durch Anwendung von Ammoniak von der Flüssigkeit trennen liesse; war diess nicht der Fall, so wurde noch mehr Osmiumsäure hinzugefügt und ein grösseres Gefäss dazu verwendet; oder man destillirte einen Theil der Flüssigkeit ab, und ersetzte diesen durch neue Säure. Hatte auch diese ihren Geruch verloren, oder blieb der Geruch nach längerer Digestion bemerkbar, so war gewöhnlich die Oxydation beendigt und nun liess sich die Flüssigkeit bei Anwendung von Ammoniak, ohne dass das Oxyd, wie es gewöhnlich geschah, durch das Filtrum ging, gut filtriren.

Bei diesen Reactionen entwickelte sich sehr langsam eine nur geringe Menge Kohlensäure, welche leicht an ihrer Eigenschaft von Alkalien verschluckt zu werden und Kalkwasser zu trüben, zu erkennen war. Da jedoch das Volumen der Flüssigkeit im Verhältniss zur oxydirten Substanz sehr gross war, so blieb der grösste Theil dieses Gases in der Flüssigkeit zurück.

Da die Quantität der vorhandenen Osmiumsäure nicht hinreichte, alle Versuche auszuführen, so verwendete ich das bei denselben gewonnene Osmiumoxyd zur Darstellung neuer Quantitäten von Säure.

Es folgen nun die einzelnen Versuche.

1) 3. Gr. Rohrzucker wurden mit 1 Litre flüssiger Osmiumsäure behandelt. Im Verlaufe von 2 Tagen hatte sich bei gewöhnlicher Temperatur keine bemerkbare Reaction gezeigt, die Flüssigkeit blieb ungefärbt und durchsichtig. Hierauf stellte man die Vorrichtung in einen Ofenschrank, in welchem die

Temperatur von 30 bis zu 60° C. stieg. Nach 24 Stunden hatte sich die Flüssigkeit gefärbt und nach 4 Tagen war sie von dem ausgeschiedenen Osmiumoxyde schwarz wie Tinte geworden; der Geruch nach Osmiumsäure war verschwunden und ein anderer, der der Ameisensäure an die Stelle getreten; die Flüssigkeit reagirte deutlich auf freie Säure. Zugleich hatte sich im Recipienten etwas Kohlensäure angesammelt, welche von Kalilauge gänzlich verschluckt wurde. Die Flüssigkeit liess sich zwar filtriren, allein fast alles ausgeschiedene Osmiumoxyd ging mit durch das Filtrum, weder Gefrieren und Aufkochen der Flüssigkeit noch Hinzuthun von Weingeist konnten eine Trennung derselben vom Oxyde bewerkstelligen. Der durch Destillation entfernte Weingeist zeigte eine saure Reaction, höchst wahrscheinlich veranlasst durch Gegenwart einer Spur Ameisensäure.

Nach dem Erhitzen der Flüssigkeit mit Aetzammoniak war endlich die Trennung des Oxydes, wenn gleich mit einiger Schwierigkeit, durch Filtriren möglich. Sie wurde hierauf mit essigsaurem Bleioxyde gefällt und der dadurch erhaltene Niederschlag auf die gewöhnliche Weise mittelst Schwefelhydrogen zersetzt. Die Flüssigkeit liess sich nur sehr schwer vom Schwefelblei abfiltriren, zeigte keine saure Reaction und enthielt keine Kleesäure. Die Reaction bis zur höheren Oxydation war also noch nicht beendigt. Es wurde daher zu dem noch übrig gebliebenen, grösseren Theile der unfiltrirten oxydirten Flüssigkeit ein neuer Antheil Osmiumsäure hinzugefügt und damit so lange fortgefahren, bis die Flüssigkeit nach sechswöchentlicher Digestion noch die Gegenwart freier Osmiumsäure durch den Geruch wahrnehmen liess. 1 Gramm Zucker erforderte gewöhnlich 1 Pfund meiner Osmiumsäure zur vollständigen Oxydation.

Nach Beendigung der Reaction konnte, wie gesagt, das fein zertheilte Osmiumoxyd durch Erhitzen mit etwas Ammoniak leicht abgeschieden und die Flüssigkeit filtrirt werden. Die filtrirte, fast farblose Flüssigkeit von scharfem salzigen Geschmack, reagirte etwas sauer und gab mit Kalkwasser einen Niederschlag. Nach dem Abrauchen derselben wurde ein Salz erhalten, das aus nadelförmigen Prismen bestand, welche sich

um einen gemeinschaftlichen Punkt sternförmig gruppirt hatten. Dieses Salz konnte, nachdem es genauer untersucht worden war, leicht als saures, kleesaures Ammoniak erkannt werden. Die Lösung desselben ergab nämlich, mit Bleizucker gefällt, kleesaures Blei, welches mit Schwefelhydrogen zersetzt, Krystalle von reiner Kleesäure lieferte, die eine Gypslösung stark trübten.

Die Mutterlauge, aus der sich das kleesaure Ammoniak krystallisirt hatte, bräunte sich an der Luft; sie wurde daher im luftleeren Raume über Schwefelsäure abgedampft, und hinterliess eine Salzmasse, welche vom sauren kleesauren Ammoniak verschieden war. Sie konnte möglicherweise zuckersaures Ammoniak enthalten. Ihre Lösung gab mit Bleizucker einen Niederschlag, welcher durch Schwefelhydrogen zersetzt, eine saure Flüssigkeit lieferte, die mit Gypslösung eine geringe Trübung, von Antheilen Kleesäuren gab. Die vom kleesauren Kalke abfiltrirte Flüssigkeit wurde nun fast bis zur Trockne abgeraucht und dann mit Alkohol ausgezogen. Sie enthielt neben Schwefelsäure noch eine organische Säure, die der geringen Menge wegen nicht erkannt werden konnte.

2) Die Reaction der Osmiumsäure auf Kartoffelstärke ist der auf Zucker ganz ähnlich. Kleister aus einigen Grammen Stärke wurde mit einer gehörigen Menge Osmiumsäure gemischt. Auch hier zeigte sich, bei gewöhnlicher Temperatur, nach Verlauf von 2 Tagen keine bemerkbare Reaction. Bei höherer Temperatur, ungefähr bei 60° C. fing die Wirkung an; nach 3 Tagen war die Flüssigkeit von ausgeschiedenem Osmiumoxyde ganz schwarz. Aber selbst nach 8 Tagen blieb der Geruch nach freier Osmiumsäure bemerkbar; es hatte sich zugleich etwas Kohlensäure gebildet. Zuletzt aber, nach längerer Zeit, verschwand der Geruch gänzlich, und dieses Verschwinden des Geruches wiederholte sich auch später beim mehrmaligen Zusetzen neuer Antheile von Osmiumsäure. Nachdem im Verlaufe von 40 Tagen die Oxydation beendigt zu sein schien, wurde die Flüssigkeit vorläufig einer Destillation unterworfen um zu erfahren, ob sich nicht Ameisensäure oder andere flüchtige Oxydationsproducte gebildet hatten. Das Destillat hatte weder einen bemerkbaren Geruch noch eine

saure Reaction. Der Rückstand von der Destillation wurde nun mit etwas Ammoniak erhitzt und dann filtrirt; das Filtrat bräunte sieq beim Abdampfen und gab bei gehöriger Concentration gleichfalls Krystalle von saurem oxalsaurem Ammoniak. Die Mutterlauge von diesem Salze wurde hierauf mit Bleizucker gefällt und dadurch ein schwerer schmutzig-weisser Niederschlag [1]) erhalten, welcher, mit Schwefelhydrogen zersetzt, eine saure Flüssigkeit gab, die neben Kleesäure, eine andere organische Säure, höchst wahrscheinlich Zuckersäure enthielt. Zur Entfernung der Kleesäure, wurde eine Gypslösung hinzugethan, dann filtrirt, hierauf mit Ammoniak gesättigt, abgedampft und mit Weingeist vermischt. Der Gyps und das schwefelsaure Ammoniak blieben ungelöst und das Ammoniaksalz der Säure löste sich im Weingeiste. Es konnte aus dieser Lösung in Krystallen erhalten werden, deren Menge jedoch so gering war, dass keine weiteren Versuche damit angestellt werden konnten.

3) Arabisches Gummi wird durch Osmiumsäure auf ähnliche Weise oxydirt wie die beiden vorhergehenden Substanzen. Die Auflösung des Gummi gemischt mit der Osmiumsäure, fing bei 80° C. nach 2 Tagen sich zu färben an. Anfangs ging die Reaction sehr langsam, später etwas schneller vorwärts. Nach zwei Wochen hatte die Flüssigkeit eine rothbraune Farbe angenommen und auf dem Boden des Gefässes sah man Stücke eines schleimigen Niederschlages. Eine Entwickelung von Kohlensäure war nicht zu bemerken. Nach wiederholtem Hinzugiessen neuer Antheile Osmiumsäure verschwand der Niederschlag, zugleich aber auch der Geruch nach Osmiumsäure, wenn nämlich die Flüssigkeit einige Zeit digerirt worden war. Endlich wurde das Ganze schwarz und undurchsichtig und

---

1) Nach Fällung dieses schmutzig-weissen Niederschlages brachte Bleiessig in der abfiltrirten Flüssigkeit einen anderen schmutzig-weissen Niederschlag hervor, welcher nach einiger Zeit unter der Flüssigkeit sich röthete und mit Schwefelhydrogen zersetzt eine saure Flüssigkeit gab, die nach dem Abrauchen zu einer firnissartigen Masse eintrocknete, welche sauer schmeckte und sich leicht in Wasser, nicht aber in Weingeist auflöste.

nun war die Oxydation so weit fortgeschritten, dass das Osmiumoxyd abgeschieden werden konnte. Ein von der oxydirten Flüssigkeit abdestillirter Antheil enthielt eine Spur flüchtiger Säure, welche mir Essigsäure zu sein schien. Die durch Erhitzen mit Ammoniak filtrirte Flüssigkeit enthielt gleichfalls oxalsaures Ammoniak; ohne dieses Salz durch Krystallisation abzuscheiden, wurde die Flüssigkeit mit Bleizucker gefällt, und dadurch oxalsaures Bleioxyd erhalten, aus dem Oxalsäure in Krystallen dargestellt wurde. Die vom oxalsauren Bleioxyde abfiltrirte Flüssigkeit gab mit Bleiessig einen gallertartigen Niederschlag, der sich aber beim Stehen unter der Flüssigkeit nicht röthete.

5) Eine Auflösung von Gerbsäure mit Osmiumsäure gemischt, bildet sogleich eine tief dunkelblaue undurchsichtig erscheinende Flüssigkeit, welche nur in dünnen Schichten durchsichtig ist. zugleich verschwindet auch der Geruch nach Osmiumsäure. Es scheint also, als verbinde sich die Osmiumsäure direct mit der Gerbsäure. Diese Verbindung lässt sich ohne sichtbare Veränderung bis zur Trockne abdampfen und stellt eine glänzend schwarzblaue lösliche amorphe Schicht dar. Erst beim Auflösen derselben in einer grossen Quantität Osmiumsäure beginnt die Oxydation der Gerbsäure, welche durch Erwärmung sehr beschleunigt wird, und sich durch das Ausscheiden von schwarzem Osmiumoxyde kund thut. Wenn die Oxydation ihren höchsten Grad erreicht hat und neu hinzugegossene Antheile der Osmiumsäure, beim längeren Digeriren ihren Geruch nicht mehr verlieren, kann die Flüssigkeit nach dem Erhitzen mit Ammoniak, sehr leicht filtrirt werden. Das hierbei erhaltene Osmiumoxyd war schleimig, nicht aber wie in den 3 vorhergehenden Fällen körnig. Es muss also eine Verbindung des Oxydes mit einem Oxydationsproducte der Gerbsäure gewesen sein; dieses Product ist höchstwahrscheinlich keine Säure gewesen. Ich habe kein Mittel gefunden diese Substanzen von dem Oxyde zu trennen; auch war die Quantität zu gering um aus dem Versuche, wenn er gelungen wäre, etwas Erhebliches zu folgern. Die von dem Oxyde getrennte, filtrirte Flüssigkeit hatte eine rothbraune Farbe, war jedoch vollkommen durchsichtig und gab nach dem Abdampfen braune

Krystallnadeln und zugleich eine braune, flockige Humin-ähnliche Substanz. Nachdem die abgeraucht. Flüssigkeit mit dem Salze wieder in Wasser gelöst und filtrirt worden war, wurde durch Bleizucker ein Niederschlag erhalten, der nach der Zersetzung mit Schwefelhydrogen, krystallisirte Oxalsäure gab. Bleiessig erzeugte in der, vom oxalsauren Bleioxyde abfiltrirten Flüssigkeit von neuem einen Niederschlag eines Bleisalzes, aus dem ich durch Schwefelhydrogen eine gleichfalls krystallisirbare Säure erhielt, welche grosse Aehnlichkeit mit der Korksäure hatte, sich sehr schwer in kaltem Wasser löste bei vorsichtigem Erhitzen sich verflüchtigte und die meisten Reactionen der Korksäure zeigte. Die Quantität war leider zu gering um durch eine Elementaranalyse ihre Identität mit der Korksäure feststellen zu können.

5) Durch vorsichtige Sublimation aus dem rohen Indigo dargestelltes reines Indigoblau wird von der Osmiumsäure nur wenig angegriffen. Nach zwei-wöchentlicher Digestion bei 75° C. hatte sich fast nichts aufgelöst, allein ein kleiner Antheil abgeschiedenen Osmiumoxydes deutet auf eine geringe Oxydation.

Indigoblau nach der Methode von Berzelius auf nassem Wege dargestellt, oxydirt sich jedoch viel leichter bei etwas erhöhter Temperatur; die blaue Flüssigkeit färbt sich schwarz und zeigt hierauf in dünnen Schichten eine gelbe Farbe durch Bildung von Isatin, das ich jedoch im isolirten Zustande nicht erhalten konnte. Die Oxydation schreitet jedoch weiter, erfordert aber eine längere Zeit, und sehr viel Osmiumsäure bevor sie ihr Maximum erreicht. Auch diese oxydirte Flüssigkeit giebt auf die früher angegebene Weise mit Ammoniak behandelt und mit Bleisalz gefällt, eine namhafte Menge reiner Oxalsäure.

6) Salicin, mit Osmiumsäure übergossen, giebt anfangs eine farblose Lösung, aber bald, selbst bei gewöhnlicher Temperatur, besonders aber in der Wärme, färbt sich die Flüssigkeit anfangs gelb, hierauf braun, zuletzt schwarz. Der Geruch nach Osmiumsäure verschwindet und an Stelle dessen tritt ein mehr deutlich wahrnehmbarer Geruch nach salicyliger Säure hervor. Entwickelung von Gas ist nicht wahrnehmbar,

und zwar nur deswegen, weil die Menge des Salicin sehr gering, die der Flüssigkeit sehr gross war, von welcher das Gas verschluckt werden konnte. Ein Theil des Osmiumoxydes hatte sich am Boden des Gefässes abgelagert, doch blieb noch viel schwebend in der Flüssigkeit. Diese wurde einer mehrmaligen Destillation mit neuen Antheilen Osmiumsäure unterworfen, wobei der Geruch derselben nach und nach verschwand, ohne dass unzersetzte Osmiumsäure in die Vorlage überging. Die überdestillirte Flüssigkeit hatte einen starken Geruch nach salicyliger Säure, die Menge derselben war jedoch zu gering, als dass man sie in ihrer ölförmigen Form hätte abscheiden können. Beim Hinzuthun von kohlensaurem Kalk nahm die farblose Flüssigkeit eine gelbe Farbe an und färbte sich mit Eisenchlorid vermischt, deutlich violett.

Die in der Retorte zurückgebliebene oxydirte Flüssigkeit klärte sich vollkommen und alles Osmiumoxyd hatte sich am Boden des Gefässes abgelagert. Diese Flüssigkeit wurde abfiltrirt, bis zur Trockne abgeraucht und der Rückstand mit Aether behandelt. Dieser gab beim freiwilligen Verdunsten eine krystallinische Säure, in seidenglänzenden Blättchen, von süss-säuerlichem Geschmack und war der Benzoesäure sehr ähnlich. Aus der heissen wässrigen Lösung krystallisirte sie sehr leicht in Nadelform, liess sich leicht verflüchtigen, färbte sich mit Eisenchlorid tief violettblau, kurz sie hatte alle unverkennbaren Eigenschaften der Salicylsäure. Was der Aether nicht gelöst hatte, bestand grösstentheils aus Oxalsäure, die ich auch in Krystallen darstellte, nachdem ich die Lösung der Substanz in Wasser mit Bleisalz gefällt und das kleesaure Bleioxyd mit Schwefelhydrogen zersetzt hatte.

Die Oxydation des Salicin's ist eines der schönsten Beispiele der Reaction der Osmiumsäure; sie ist am leichtesten ausführbar und giebt die reinsten Resultate. Während das Saligenin des Salicin's durch die kräftigsten Oxydationsmittel nur in salicylige Säure übergeführt wird, giebt die Osmiumsäure sehr leicht neben salicyliger Säure auch die Salicylsäure, zugleich mit dem Oxydationsproducte des Zuckers, der Oxalsäure.

Es wäre sehr interessant diese Versuche im grossen Maassstabe anzustellen, um auch die Resultate quantitativ zu be-

stimmen. — Leider waren diese Versuche meine letzten, ich hatte nicht mehr Osmiumsäure vorräthig und meine angegriffenen Augen erlaubten mir keine Arbeiten zur Darstellung neuer Quantitäten dieser Säure.

7) Harnsäure mit Osmiumsäure übergossen bräunt und schwärzt sich sehr bald bei schwachem Erwärmen. Der Geruch nach Osmiumsäure verschwindet nach und nach, aber die Flüssigkeit lässt sich nach dem Erwärmen mit Ammoniak nicht klar filtriren, sondern es geht Osmiumoxyd mit durch's Filtrum. Die Gegenwart des Oxydes verhindert aber nicht dieselbe mit essigsaurem Bleioxyde zu fällen und aus dem Niederschlage durch Schwefelhydrogen Oxalsäure darzustellen. Raucht man die Flüssigkeit, ohne sie mit Bleisalz gefällt zu haben, ab, so färbt sich die Wand der Schale roth, wahrscheinlich von Gegenwart des Alloxans. Thut man eine bedeutende Quantität Salpetersäure zu der erkalteten Flüssigkeit, so wird das Osmiumoxyd körnig und nun lässt sich dieselbe filtriren. Aus dieser sauren Flüssigkeit erhält man eine geringe Menge blättriger Krystalle des salpetersauren Harnstoffes, der mit kohlensaurem Kali und dann mit Alkohol behandelt prismatische Krystalle des reinen Harnstoffes lieferte, welche bei Einwirkung der gasförmigen salpetrigen Säure unter Aufbrausen und Entwickelung von Kohlensäure zerstört wurden.

Die Schwierigkeit, mit welcher sich das ausgeschiedene Osmiumoxyd von der Flüssigkeit trennen lässt, macht die genaue Untersuchung der hier auftretenden Oxydationsproducte fast unmöglich, nur Oxalsäure und Harnstoff lassen sich unzweifelhaft nachweisen. Die Bildung des Alloxan's oder anderer Oxydationsproducte der Harnsäure durch Salpetersäure oder andere Oxydationsmittel ist wahrscheinlich, doch nicht mit Bestimmtheit darzuthun. Höchst wahrscheinlich aber ist es, dass neben der Oxalsäure und dem Harnstoffe sich auch Allantoin bildet, ebenso wie bei Einwirkung des Bleihyperoxydes auf Harnsäure.

Ausser diesen hier aufgezählten Substanzen, wurden noch mehrere andere hinsichtlich ihres Verhaltens zur Osmium-

säure geprüft, aber weniger befriedigende Resultate erhalten. Einige derselben werde ich hier in der Kürze anführen.

Terpentinöl mit Osmiumsäure erleidet sogleich bei dem Mischen eine theilweise Oxydation, das Gemenge wird erst gelb, dann braun und zuletzt schwarz; der Geruch der Osmiumsäure verschwindet und das Terpentinöl verwandelt sich in ein dickflüssiges Harz, das gemengt mit einem Antheil ausgeschiedenen Osmiumoxydes, eine schwarze Farbe hat und den Wänden des Gefässes als Schicht anklebt. Die wässrige Flüssigkeit von brauner Farbe enthält etwas sehr fein zertheiltes Osmiumoxyd und lässt sich gut filtriren, wobei das Oxyd abgeschieden und die Flüssigkeit farblos wird. Das schwarze Harz löst sich in Alkohol mit schwarzer Farbe und beim Filtriren geht das beigemengte Oxyd mit durch das Filtrum, dampft man jedoch die Lösung bis zur Trockne ab, und behandelt man den Rückstand abermals mit Alkohol, so lässt sich die Lösung mit Hinterbleibung des Oxydes filtriren. Das Filtrum hat eine bräunliche Farbe, reagirt nicht sauer, und enthält ein nicht krystallinisches amorphes Harz, welches weder Sylvinsäure noch Oxysylvinsäure ist.

Das Benzoyloxyd Loewig's, die von Ettling durch Destillation des benzoesauren Kupferoxydes erhaltene Substanz wird von der Osmiumsäure, selbst bei gesteigerter Temperatur, nur wenig angegriffen. Nach Verlauf von einigen Wochen jedoch schwärzt sich die Flüssigkeit ein wenig und diese Schwärzung deutet auf eine geringe Einwirkung. Man kann hier nicht einwenden, dass die wässrige Osmiumsäure die fettartige Substanz nicht netzt und daher nicht einwirke, denn das Terpentinöl, welchem ebenfalls die wässrige Säure nicht adhärirt, wird so äusserst leicht oxydirt.

Eine Auflösung des Mannits in Osmiumsäure wurde im Verlaufe von einem halben Jahre, selbst bei gesteigerter Temperatur nur wenig verändert, sie färbte sich nur etwas bräunlich ohne sichtbare Abscheidung von Osmiumoxyd, denn die Flüssigkeit blieb vollkommen durchsichtig.

Glycerin giebt mit Osmiumsäure eine amethistfarbene Lösung, welche mit Aetzammoniak eine schöne saphirblaue Färbung annimmt.

Schliesslich führe ich noch an, dass nach der Beobachtung des Professors Claus (Brandt) *de acidi osmici in hominis et animalis effecto, commentatio physiologica.* Seite 37) Alkohol durch die Osmiumsäure zu Aldehyd und Essigsäure oxydirt wird, und dass das dabei sich ausscheidende Oxyd die Zusammensetzung $Os_2O_2 + 2aq$ hat. Durch diese oxydirende Wirkung erklärt Brandt die physiologischen Erscheinungen, welche sich bei der Einwirkung der Osmiumsäure auf den thierischen Organismus wahrnehmen lassen.

Die Osmiumsäure gehört demnach, obgleich sie nur langsam einwirkt, zu den kräftigsten Oxydationsmitteln, welche vor den andern, der Salpetersäure, dem Chlor und den übrigen Metallsäuren den Vorzug hat, dass ihre Einwirkung nicht stürmisch erfolgt, sondern nach und nach weiter schreitet und somit geeignet zu sein scheint, die verschiedenen Phasen der Oxydation organischer Körper zur Anschauung zu bringen. Zugleich scheint das sich ausscheidende Oxyd keine sogenannte Substitutionsproducte bilden zu können, wie die Salpetersäure und die Haloide; auch verbindet es sich nur in seltenen Fällen mit den sauren Oxydationsproducten, weil es einen electrochemisch negativen Character hat und nur in seltenen Fällen mit Sauerstoffsäuren Verbindungen eingehen kann. Dieses Oxyd zeigt im Gegentheil bedeutende Verwandtschaft zu den Basen, und die Trennung des bei der Oxydation ausgeschiedenen, sehr fein zertheilten Osmiumoxydes durch Ammoniak, beruht auf dem Umstande, dass es Ammoniak aufnimmt, dabei körnig wird und somit leichter durch das Filtrum zu trennen ist.

Es ist wohl anzunehmen, dass die Osmium- oder die osmige Säure, selbst das Osmiumoxyd sich mit den ersten, noch nicht stark sauren Oxydationsproducten der oxydirten Substanz verbinden kann, und darauf scheint der Umstand zu beruhen, dass in den ersten Perioden der Reaktion die Trennung des Oxydes so schwierig ist, dass ich bisher kein Mittel habe auffinden können, diese zu bewerkstelligen. Namentlich deutet das Verhalten der Gerbsäure und des Glycerins zur Osmiumsäure auf derartige Verbindungen. Bei grösserer Vertraulichkeit mit dem Gegenstande wird man ohne Zweifel Mittel finden auch aus

diesen Verbindungen die Oxydationsproducte darzustellen, und somit die Oxydationsphasen genauer zu bestimmen.

Meine präliminäre Arbeit hat nur den Zweck, die Chemiker namentlich Chemiker unseres Vaterlandes auf diesen Gegenstand aufmerksam zu machen. Manche mögen Gelegenheit haben sich eine bedeutende Quantität der in St. Petersburg angehäuften, bisher unbenutzten Platinrückstände zu Darstellung der Osmiumsäure zu verschaffen, und diese könnten sich ein ganz besonderes Verdienst erwerben, diesen für die organische Chemie viel versprechenden Gegenstand genauer zu erörtern.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. X. No.* 12.)

$\frac{5}{17}$ December 1851.

Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme, von A. F. KUPFFER.

Wenn man einen an seinem oberen Ende befestigten senkrechten Drath an seinem untern Ende mit einem Gewicht beschwert, so dehnt er sich um eine gewisse Grösse aus. Man denke sich z. B. einen Drath, dessen Länge und Radius (ich setze voraus, dass sein Querschnitt ein Kreis sei) der Einheit gleich sind, von der Gewichtseinheit ausgedehnt, und nenne die Ausdehnung, die er dadurch erleidet, δ; wir wollen diese Grösse die elastische Constante nennen.

Wenn man denselben Drath vom Frierpunkt des Wassers bis zu seinem Kochpunkt erhitzt, so erleidet er auch eine Ausdehnung, die wir mit a bezeichnen wollen.

Die Wärmemenge, die diese Ausdehnung hervorbringt, lässt sich nur vergleichungsweise bestimmen; man kann sich einen Wassercylinder denken, dessen Höhe und Radius bei 0° ebenfalls der Einheit gleich sind, und die Wärmemenge, die diesem Cylinder mitgetheilt werden muss, um ihn von 0° bis 100° zu erwärmen, der Einheit gleich setzen. Alsdann ist

$$m.S$$

die Wärmemenge, die dazu nöthig ist, um den oben genannten Drath von 0° bis 100° zu erhitzen: hier bedeutet m die spec. Wärme des Metalls, aus dem der Drath gemacht ist und S sein spezifisches Gewicht auf Wasser bezogen.

Da nun die Ausdehnungen, die ein Drath erleidet, den angewandten Kräften proportional sind, so sieht man gleich, dass die Werthe von a und δ uns eine Vergleichung der ausdehnenden Kraft der Wärme mit der dehnenden Kraft eines Gewichts darbieten, oder mit andern Worten, dass jene Werthe uns ein Mittel an die Hand geben, das mechanische Aequivalent der Wärme zu bestimmen. Man muss hier nicht vergessen, dass die Wärme gleichmässig nach allen Seiten wirkt, wie ein Druck: nun hat aber Poisson gezeigt, dass ein Gewicht, welches einen Drath um δ ausdehnt, als nach allen Seiten gleichmässiger Druck angewandt, eine lineäre Ausdehnung von $\frac{1}{2}\delta$ hervorbringen würde. Wir haben also

$$\frac{2a}{\delta},$$

als das Verhältniss der mechanischen Wirkung der bezeichneten Wärmemenge zur mechanischen Wirkung eines Pfundes anzusehen. Um dieses Verhältniss in Zahlen auszudrücken, darf man nur für irgend eine Substanz die elastische Constante, den specifischen Wärmestoff und das specifische Gewicht, so wie auch ihre Ausdehnung durch die Wärme kennen.

In einer Abhandlung, die sich in den Denkschriften der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften[1]) abgedruckt findet, habe ich die elastischen Constanten mehrerer Metalle bestimmt, aus der Schwingungsdauer 10 Fuss langer und eine Linie dicker Dräthe, die an ihrem oberen Ende befestigt waren, an ihrem untern aber einen mit Gewichten beschwerten horizontalen Hebel trugen, dessen Trägheitsmoment bekannt war. Diese Methode, die eine grosse Genauigkeit zulässt, gab mir folgende elastische Constanten (δ), denen ich die specifischen Gewichte (S) der angewandten Dräthe hinzufüge:

	δ	S
Eisendrath	0,00000001110	7,5537
Messingdrath	2139	8,4760
Platindrath	1269	20,9624
Silberdrath	2854	10,4845

1) Mémoires VI Série. Sc. math. et phys. T. V p. 283—302.

Dieselben Metalle haben folgende specifische Wärmestoffe (m) und Ausdehnungen durch die Wärme (a)

	spec. Wärmestoffe m	Ausdehnung von $0^0 - 100^0$ C. a
Eisen	0,11379	0,001182
Messing	0,09391	0,001878
Platin	0,03243	0,0006842
Silber	0,05701	0,001910

Alle diese Werthe müssen der Gleichung

$$c.m.S.\tfrac{1}{2}\delta = a$$

entsprechen, in welcher c eben das mechanische Aequivalent der Wärme bedeutet, welche dazu nöthig ist, um die Temperatur des oft bezeichneten Cylinders von Wasser vom Frierpunkt bis zum Kochpunkt zu erheben; oder den Druck, in Pfunde ausgedrückt, den diese Wärmemenge ausübt.

Setzt man die obigen Werthe in die obige Gleichung, so erhält man:

für den Eisendrath	$c = 247800$
für den Messingdrath	$c = 220600$
für den Platindrath	$c = 205050$
für den Silberdrath	$c = 223900$
Mittel	$c = 224325$
dessen log.	$= 5{,}35088$

Wenn man mit diesem Werthe von c die Ausdehnungen der Metalle durch die Wärme berechnet, so erhält man

	a berechnet	a beobachtet
für Eisen	0,001070	0,001182
für Messing	0,001909	0,001878
für Platin	0,000968	0,000854
für Silber	0,001918	0,001910

Eine genauere Uebereinstimmung war nicht zu erwarten, bei Grössen, die von so verschiedenen Beobachtern und an so verschiedenen Individuen bestimmt worden sind, und auf welche der jedesmalige durch ihre Bearbeitung herbeigeführte Zustand der Metalle einen gewiss nicht unbedeutenden Einfluss ausübt. Ich bin eben damit beschäftigt, zwei der in

Enge stehenden Grössen, nämlich erst die elastische Constante und dann die Ausdehnung durch die Wärme, an denselben Dräthen zu bestimmen, und hoffe dann erst zu genaueren Resultaten zu gelangen.

Der Druck von 224325 russischen Pfunden wirkt auf die Oberfläche von π Quadratzollen, man hat also für 1 Quadratzoll

71441 Pfund

oder mehr als 4327 Atmosphären.

Das mechanische Aequivalent der Wärme kann auch auf eine andere Art ausgedrückt werden.

Der oben angeführte Metallcylinder wird durch die Schwerkraft eines Pfundes um die Grösse δ ausgedehnt; das Gewicht $p = \frac{1}{\delta}$ würde ihn also um 1 Zoll verlängern; man kann also die elastische Kraft des Cylinders damit bezeichnen, dass man sagt, sie hebe das Gewicht p um einen Zoll in die Höhe; denn sie hält der Kraft p, die um 1 Zoll herabgesunken ist, das Gleichgewicht.

Erhitzt man denselben Cylinder um 100° C, so dehnt er sich um die Grösse a aus: nach der obigen Hypothese würde er sich um die Grösse $2a$ ausdehnen, wenn die Wärme nur in einer Richtung wirkte, wie das Gewicht p; die Wärmemenge, die diese Ausdehnung hervorbringt, ist $w.mS$, wenn wir die Wärmemenge, die dazu gehört, um einen Cylinder Wasser von einer Höhe = Radius = 1 vom Eispunkt bis zum Kochpunkt zu erhitzen, mit w bezeichnen.

Hieraus folgt, dass

$$\frac{w.mS}{2a}$$

die Wärmemenge ist, die eine Ausdehnung von 1 Zoll hervorbringen würde; oder da die Kräfte, die gleiche Wirkung hervorbringen, gleich sein müssen, so ist

$$p = \frac{w.mS}{2a}.$$

Wir haben aber auch

$$p = \frac{1}{\delta} \text{ und } \frac{mS\delta}{2a} = c, \text{ also } w = c.$$

Die Menge Wärme, die dazu nöthig ist, um einen Wassercylinder, dessen Höhe = Radius = 1 ist, vom Frierpunkt bis zum Kochpunkt zu erhitzen, ist also fähig 224325 russische Pfunde auf 1 Zoll Höhe zu erheben.

Ein Wassercylinder, dessen Höhe = Radius = 1 ist, wiegt 0,1134 eines englischen Pfundes (bei der Temperatur der grössten Dichtigkeit); die Anzahl der Fahrenheitschen Grade, die zwischen dem Frier- und Kochpunkt enthalten sind, ist 180, und 1 russisches Pfund = 0,9028 des engl. Pfundes; man hat also

$$\frac{c.0{,}9028}{0{,}1134.180} = 9921$$

für die Anzahl englischer Pfunde, welche die Wärme, welche dazu nöthig ist, um 1 engl. Pfund Wasser vom Frierpunkt bis zum Kochpunkt zu erhitzen, auf die Höhe von 1 Zoll zu erheben im Stande ist.

Joule fand durch Versuche über die Wärme, die durch Reibung entsteht

10680.

Durch Versuche über die Wärme, die bei Compression der Luft entwickelt wird, fand er

9876 und 9540.

Alle diese Zahlen weichen nicht sehr von einander ab.

Aus dem Verhältniss des Meters zum englischen oder russischen Zoll, und des Kilogramms zum russischen Pfund findet man leicht, dass die Wärme, die dazu nöthig ist, um 1 Kilogramm Wasser von 0° bis 1° zu erwärmen, eine Kraft ausübt, welche hinreichend ist, um 453 Kilogramm auf die Höhe von 1^m zu heben.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém.* T. X. No. 13.)

$\frac{19}{31}$ December 1851.

Ueber eine merkwürdige Steinart des mittleren Russlands; von Dr. C. CLAUS.

Ungefähr vor einem Jahre erhielt ich von Hrn. Dr. Gutzeit aus Kursk eine Sendung Steinarten aus der dasigen Kreideformation mit der Bitte, diese Steine zu analysiren und ihm die Resultate der Analysen, welche er zu seinen geognostischen Forschungen nöthig habe, mitzutheilen. Er machte mich besonders auf einen braunen Sandstein aufmerksam, welcher in Schichten unter dem Kalkmergel in einem bedeutenden Sandlager zugleich mit fossilen Knochen und Geschieben eines eigenthümlichen Eisenerzes vorkommt. In einer interessanten Brochüre des Ingenieur-Hauptmanns V. Kyprianow (Геологическое обозрѣніе пространства между Орломъ и Курскомъ, статья I, aus einzelnen Aufsätzen desselben, welche in den Kurskischen Gouvernements-Zeitungen abgedruckt worden, zusammengestellt. Неофиц. часть Курскихъ Губернскихъ Вѣдомостей 1850. No. 6, 7, 8, 9, 11, 12) findet man die geognostischen Verhältnisse dieses Gouvernements, zugleich mit diesem Steine, den er eisenhaltigen Sandstein (желѣзистый песчаникъ) nennt, sehr genau beschrieben. Dieser Stein, welcher zu Strassenpflaster und Fundamenten für Gebäude benutzt wird, und den die Steinarbeiter самородъ, черный камень nennen, bildet Schichten von verschiedener, doch geringer Mächtigkeit, von einigen Zollen bis zu $1\frac{1}{2}$ Fuss Dicke. Die obere Fläche ist glatt, mit mehr oder weniger

trauben- oder nierenförmigen Erhabenheiten; bei einigen Exemplaren besteht sie aus einer dichteren, sehr dünnen, ablösbaren, mit Regenbogen-Farben schillernden Schicht von Perlmutterglanz, während die untere Fläche mehr uneben und weniger glatt ist, und sehr oft in mergelförmige Fortsätze ausläuft, so dass man auf den ersten Blick sich überzeugen kann, dass das Gestein sich aus einer Auflösung stalaktitartig gebildet haben muss. Seine Farbe ist nicht constant, grau, bräunlich grau, braun, und schwarzbraun. Er ist ziemlich hart und zeigt eine sandig-körnige Bruchfläche. Beim Reiben nimmt er einen unverkennbaren, dem Petroleum ähnlichen Geruch an, der sich beim Auflösen in Säuren besonders stark entwickelt. Zerrieben giebt er ein hellgelblich-graues Pulver, welches sich beim Erhitzen in verschlossenen Gefässen erst schwarz, dann aber, beim Glühen an der Luft, wieder weiss brennt. Die Gegenwart organischer Beimengung ist unverkennbar.

Erst während der diesjährigen Sommerferien konnte ich Zeit gewinnen, mich mit der chemischen Analyse der interessantesten Gegenstände der Sendung zu beschäftigen, und jetzt erlaube ich mir die Resultate meiner Untersuchungen, welche mir nicht ganz unbeachtenswerth zu sein scheinen, der Akademie vorzulegen.

Um eine richtige Vorstellung von der Zusammensetzung dieses Minerals zu gewinnen, darf man es nicht in Pulverform der Analyse unterwerfen, sondern muss kleinere Stücke unpulverisirt in Arbeit nehmen. Beim Uebergiessen mit Salzsäure wird der Stein unter Entwicklung von Kohlensäure in zwei Theile zerlegt. Erstens in einen nahe an 50 % betragenden unlöslichen Antheil, welcher aus zwei Substanzen besteht, nämlich aus einem weissen Quarzsande, der sich als schwererer Körper am Boden des Gefässes ansammelt, und aus einem leichteren, etwas flockigen braunen Niederschlage, welcher den Sand als eine geringe Schicht überdeckt, sich leicht abschlämmen lässt, und das Färbende des Steins enthält. Der Quarzsand wurde nicht weiter untersucht, sondern nur der braune Niederschlag einer weiteren Prüfung unterworfen. Die Menge desselben war gering und betrug nur einige Prozente

des Steins. Er bestand grösstentheils aus den feineren Theilen des Sandes, gemischt mit etwas phosphorsaurem Eisenoxyde und Kalkerde, einer schwarzbraunen kohlenartigen, in Alkalien nicht löslichen Substanz, und aus einem huminartigen Körper, welcher in Alkalien löslich und durch Säuren aus dieser Lösung in Flocken fällbar war. In diesem Niederschlage befand sich die nach Petroleum riechende Substanz. Zweitens in dem, in Salzsäure löslichen Antheil, welcher in dieser Lösung eine durchsichtige gelblich gefärbte Flüssigkeit darstellte, in der Schwefelammonium und Blutlaugensalz die Gegenwart des Eisenoxydes anzeigten: Aetzammoniak jedoch gab, während die Flüssigkeit farblos wurde, einen vollkommen weissen, etwas schleimigen Niederschlag, der 33 bis 35 % vom Steine betrug. Obige Reaction liess die Gegenwart von Phosphorsäure voraussetzen, daher wurde denn auch dieser Niederschlag einer besonderen Untersuchung unterworfen und erkannt, dass er grösstentheils aus phosphorsaurem Kalke, mit Antheilen von phosphorsaurem Eisenoxyde, phosphorsaurer Magnesia und einer namhaften Menge von Fluorcalcium (bis 5 % des Steins) bestand. Nachdem die phosphorsauren Oxyde mit dem Fluorcalcium durch Ammoniak aus der Lösung entfernt worden waren, konnte durch oxalsaures Ammoniak noch eine namhafte Menge Kalk gefällt werden, und phosphorsaures Natron mit Ammoniak zeigten hierauf noch Spuren von Magnesia an. Neben diesen eben angeführten Bestandtheilen enthält die Lösung noch geringe Antheile von Kali und Natron, welche in einer besonderen Probe auf übliche Weise erkannt wurden.

Eine filtrirte Auflösung des Steins in reiner Salpetersäure zeigte, mit Barytsalzen geprüft, die Gegenwart von sehr weniger Schwefelsäure, mit Silbersalzen eine geringe Spur von Chlor an.

Wurde der gepulverte Stein in einem Platinschälchen mit concentrirter Schwefelsäure übergossen und dann erwärmt, so entwickelte sich ein stark ätzender, saurer Dampf, der aber das Glas nicht ätzte. Wurden die Versuche in einem Glaskölbchen angestellt, und die Dämpfe hierauf durch eine Glasröhre in Wasser geleitet, so schied sich in dem als Vor-

lage gebrauchten Probiergläschen sehr viel Kieselsäure ab, welche die ganze Wassermenge gelecartig gestehen machte. Es war also verhältnissmässig viel Fluor vorhanden.

Ueber den Gang der quantitativen Analyse theile ich nur Folgendes mit:

Die Kohlensäure wurde aus dem Verluste bestimmt, welchen das Mineral beim Behandeln mit Salzsäure in dem von Fresenius beschriebenen, zweckmässigen Apparate erleidet. Stellt man den Versuch bei gewöhnlicher Temperatur an, so entwickelt sich mit der Kohlensäure keine Spur von Kieselflussäure.

Das Fluor wurde ebenfalls aus dem Gewichtsverluste bestimmt, den der aus der Lösung des Steins durch Ammoniak gefällte Niederschlag erleidet, wenn man ihn nach dem Glühen und Wägen mit Schwefelsäure längere Zeit erhitzt, hierauf die Salzmasse in salzsäurehaltigem Wasser löst, abermals durch Ammoniak fällt, und sein Gewicht bestimmt. Zur Controle wurde der in der Lösung zurückgebliebene Kalk bestimmt und seine Menge auf Fluorcalcium berechnet. Beide Bestimmungen gaben übereinstimmende Resultate.

Die Phosphorsäure bestimmte ich in dem aus der Lösung des Steins durch Ammoniak erhaltenen Niederschlage, der alle Phosphorsäure enthält, da noch Kalk in der Lösung bleibt. Dieser Niederschlag wurde in Salzsäure gelöst, mit der gehörigen Menge Eisenchlorid gemischt, möglichst genau mit Ammoniak gesättigt und dann mit essigsaurem Natron erhitzt. Das hierbei erhaltene basisch-phosphorsaure Eisenoxyd wurde hierauf in Salzsäure gelöst, Weinsäure hinzugethan, mit Ammoniak übersättigt und zuletzt die Phosphorsäure durch Chlor-Magnesium als phosphorsaures Magnesia-Ammoniak gefällt.

Das Eisenoxyd wurde ebenfalls aus dem Niederschlage der phosphorsauren Salze dadurch erhalten, dass derselbe mit Essigsäure digerirt wurde, und man den unlöslichen Theil, das phosphorsaure Eisenoxyd, in Salzsäure löste, Weinsäure und Ammoniak hinzuthat und mit Schwefelammonium fällte. Das erhaltene Schwefeleisen wurde zu Eisenoxyd oxydirt und durch Ammoniak gefällt.

Die Alkalien wurden nach Beseitigung aller übrigen Basen durch Barytwasser auf die gewöhnliche Weise bestimmt. Die Menge der organischen Substanzen zeigte ein Glühversuch des in Salzsäure unlöslichen Rückstandes durch den Verlust an.

Mehrere Analysen des Steins gaben folgende Zahlen als Mittelwerthe:

Unlöslicher Rückstand; Kieselsand mit 1 % organischer Substanz und Spuren von phosphors. Kalkerde und Eisenoxyd		50,00
Löslicher Antheil	Kohlensäure	3,45
	Phosphorsäure	13,60
	Kieselsäure	0,65
	Schwefelsäure	0,80
	Chlor	Spur,
	Fluor	2,40
	Kalkerde	21,00
	Calcium (an Fluor gebunden)	2,58
	Magnesia	0,65
	Eisenoxyd	2,20
	Kali und Natron	1,75

Zusammensetzung des Steins.

Sand und organische Substanz	50,00
Phosphorsaure Kalkerde	29,60
Kohlensaure Kalkerde	7,87
Schwefelsaure Kalkerde	1,38
Fluorcalcium	5,01
Kieselerde	0,65
Magnesia	0,65
Eisenoxyd	2,20 *)
Kali und Natron	1,75
	99,11
Verlust	0,89

*) Obgleich man bei der Analyse das Eisenoxyd als phosphorsaures Salz erhält, so trage ich doch Bedenken, dasselbe als solches im Steine

Diese ungewöhnliche Zusammensetzung veranlasste mich sogleich die Analyse eines fossilen Knochenstücks, das sich in der Sendung vorfand, vorzunehmen. Der Knochen löste sich fast vollständig unter starker Entwicklung von Kohlensäure in Salzsäure auf, und hinterliess nur 1 % einer bräunlichen Substanz, welche aus Sand und einem organischen Verwesungsproducte bestand. Die Lösung enthielt ebenfalls eine geringe Menge organischer Stoffe; sie war vollkommen klar, etwas gelb gefärbt und verhielt sich gegen Reagentien ganz so, wie der lösliche Theil des Steins. Dass in der Lösung eine organische Substanz vorhanden war, liess sich daraus entnehmen, dass sie sich beim Eintrocknen und Erhitzen schwärzte und dass ein anderes Probestück des Knochens, in Salpetersäure gelöst, keine klare, sondern trübe Flüssigkeit bildete, aus der sich eine nicht ganz unbedeutende Menge eines flockigen, tiefgelben Niederschlages absetzte, der ohne Zweifel ein Zersetzungsproduct der in Salzsäure löslichen Substanz war.

Die Analyse des fossilen Knochens ergab in 100 Theilen folgende Bestandtheile:

Kieselsand und organische Substanz . .	1,00
Kohlensäure	5,80
Phosphorsäure	28,25
Schwefelsäure	1,20
Fluor	5,99
Chlor	Spur.
Kalk	41,70
Calcium (an Fluor gebunden)	6,37
Eisenoxyd	3,43
Magnesia	1,21
Natron	1,75
	96,70
Verlust an Wasser u. organ. Stoffen	3,30

anzunehmen. Berechnet man nämlich das Eisenoxyd als phosphorsaures Salz, so deckt die erhaltene Quantität der Säuren nicht die Menge der Basen, und dieser Umstand zeigt sich in allen einzelnen Analysen,

Berechnung der Zusammensetzung in 100 Theilen.

Kieselsand und organische Substanz . .	1,00
Phosphorsaure Kalkerde	61,55
Kohlensaure Kalkerde.	13,35
Schwefelsaure Kalkerde	2,05
Fluorcalcium	12,36
Eisenoxyd	3,43
Magnesia	1,21
Natron	1,75
Chlor	Spur.
	96,70
Verlust . .	3,30

Berechnung der Zusammensetzung des löslichen Theiles des Steins auf 100 Theile.

Kieselerde	1,30
Phosphorsaure Kalkerde	59,20
Kohlensaure Kalkerde.	15,74
Schwefelsaure Kalkerde.	2,76
Fluorcalcium	10,02
Magnesia	1,30
Eisenoxyd	4,40
Natron und Kali	3,50
Chlor	Spur.

Vergleicht man die Analysen der fossilen Knochen mit denen des löslichen Theils unseres Steins, so sieht man, dass sie nur um ein Geringes mehr differiren, als zwei gute Analysen eines und desselben Minerals. Es unterliegt also fast keinem Zweifel, dass dieser Stein sich aus fossilen Knochen

---

auch in der der fossilen Knochen. Es müsste also Aetzkalk im Fossil vorhanden sein, was nicht angenommen werden darf. Bringt man aber das Eisenoxyd als solches in Rechnung, so wird die ganze Menge des Kalks durch die Säuren vollkommen neutralisirt, und es bleibt nur ein Verlust zur Deckung der geringen Menge Magnesia und Alkalien übrig, der zwar nicht durch die sehr geringe Menge des nicht bestimmten Chlors gedeckt wird, und daher in den unvermeidlichen Fehlern der Analysen seinen Grund hat.

gebildet habe, deren Reste noch gegenwärtig in seiner Nachbarschaft vorkommen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit kann man daher annehmen, dass eine Auflösung der Knochenerde in kohlensaurem Wasser in den Sand hineingedrungen sei, und beim Verdunsten nach und nach das Cement gebildet habe, das den Sand zum Steine erhärtete. Diese Ansicht wird noch durch das Verhalten des Steins zu Säuren auf eine in die Augen springende Weise unterstützt. Sehr merkwürdig ist es, dass dieses Gestein keine beschränkte, sondern eine bedeutende Verbreitung hat, und sich, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, auf einem Flächenraum von 800 Werst ausdehnt.

Als ich meine Untersuchung über diesen Gegenstand fast beendigt hatte, erhielt ich von Herrn Gutzeit einen Brief, in welchem er mich abermals ersuchte, meine ganze Aufmerksamkeit dem besagten Steine zuzuwenden, weil durch eine Abhandlung des Grafen Keyserling sein Interesse noch mehr angeregt sei. In dieser Abhandlung, welche ich nur durch die Mittheilungen des Herrn Gutzeit kenne, spricht der Graf von einem merkwürdigen Gesteine, welches im Gouvernement Woronesh am Ufer der Woduga vorkommt, und mit demjenigen, welches im Osten und Norden des Gouvernements Kursk angetroffen wird, grosse Aehnlichkeit haben soll, vielleicht dieselbe Bildung ist. Die Analyse dieses Gesteins aus Woronesh ist von Herrn Chodnew in Charkow ausgeführt, und hat folgende Resultate gegeben.

100 Theile enthalten nach der Analyse:

40,98 unlöslichen Sand.
1,12 Schwefel.
23,98 kohlensauren Kalk.
31,10 phosphors. Kalk, Thonerde und Eisenoxyd.
2,98 Verlust.

»Phosphorsaurer Kalk ist also — sagt Graf Keyserling — der wesentlichste Bestandtheil des Gesteins. Knochen mögen das Material dazu geliefert haben; doch bleibt es eine sehr merkwürdige Thatsache, dass längs dem Nordende

des russischen Kreidebeckens, am Fusse der Grünsandperiode, eine nur wenige Zoll dicke Ablagerung vorherrschend aus phosphorsaurer Kalkerde über eine Strecke von 800 Werst sich ausgedehnt hat.«

Obgleich Chodnew's und meine Analysen bedeutend von einander abweichen, so glaube ich doch, dass das von ihm untersuchte Gestein mit dem meinigen, wenn nicht identisch, so doch von ähnlicher Bildung sei. Denn die geringe Menge Schwefels, welche in keinem der von mir untersuchten Exemplare vorkam, kann zufällig von geringen Antheilen Schwefelkies abhängig sein. Auch giebt Chodnew nur eine Spur von phosphorsaurer Thonerde an, die im Steine von Kursk nicht vorhanden war. Die Gegenwart des Fluorcalcium und der Alkalien mag von Chodnew übersehen worden sein, weil er, wie mir aus den Details seiner Arbeit ersichtlich ist, keine ganz ausführliche, sondern nur eine allgemeine Analyse angestellt hat. Es wäre daher wünschenswerth, dass Herr Chodnew seinen Stein auf die von mir aufgefundenen Bestandtheile nochmals untersuchen möchte. Zudem ist auch nicht zu erwarten, dass das Gestein, wenn es auch auf ganz gleiche Weise entstanden ist, in allen Localitäten eine ganz gleiche Zusammensetzung habe. Auch meine Exemplare waren nicht alle gleich zusammengesetzt. Das Verhältniss des Sandes zu den löslichen Theilen variirte von 2 — 4 %. Der lösliche Antheil jedoch enthielt immer dieselben Bestandtheile und zwar in sehr constantem Verhältnisse.

Abgesehen von der ungewöhnlichen Zusammensetzung und merkwürdigen Bildungsweise dieses Gesteins, scheint es mir noch in anderer Beziehung unsere ganze Aufmerksamkeit zu verdienen. Dieser Reichthum an phosphorsauren Salzen, welche im Vegetationsprozesse eine so wichtige Rolle spielen, darf nicht unbeachtet bleiben; er kündigt uns das Gestein als werthvolles Düngungsmittel an, dessen Hülfe unsere gegenwärtige Generation zwar noch nicht bedarf, da der Boden des mittleren Russlands noch so überaus ergiebig ist; allein es wird und muss eine Zeit kommen, in der dieser kapitale Boden seine Hilfsquellen erschöpft haben wird, und in der unser verknöcherte Sand ein unschätzbares Kapital werden könnte.

Die übrigen Gegenstände der Sendung, welche grösstentheils aus verschiedenen Exemplaren des eben besprochenen Steins bestand, waren für die chemische Untersuchung nur von untergeordnetem Interesse. Ich theile daher nur die Resultate der Analysen des unser Gestein überdeckenden weissen Kalkmergels und des mit ihm zugleich vorkommenden Eisenerzes mit.

Der Mergel hatte in 100 Theilen folgende Zusammensetzung.

In Salzsäure unlösliche Bestandtheile:

Sand und eisenhaltiger Thon von gelber Farbe		60,25
In Salzsäure löslich.	Kohlensaurer Kalk	30,28
	Schwefelsaurer Kalk	4,69
	Kohlensaure Magnesia	1,63
	Eisenoxyd und Thonerde	1,20
	Alkalien	1,70
	Chlor und Kieselerde	Spur.
		99,66

In 100 Theilen des Eisenerzes, das mehr einer künstlichen Eisenschlacke, als einem natürlichen Eisenerze ähnlich und von dunkelbrauner Farbe war, fanden sich:

In Säuren unlöslicher Sand		7,00
In Säuren löslich.	Kieselerde	28,85
	Eisenoxyd und Eisenoxydul	63,75
	Thonerde, Kalkerde und Phosphorsäure	Spur.
		99,60

Die Gegenwart des Eisenoxyduls that sich durch die Reaction der salzsauren Lösung auf Kalium-Eisencyanid und noch dadurch kund, dass sie beim Erwärmen mit Salpetersäure stark aufbrauste und nicht die rein gelbe Farbe einer Eisenoxydlösung, sondern eine mehr dunkele, ins grünliche spielende Farbe hatte.

(Aus dem *Bullet. phys.-mathém. T. X. No.* 13.)

$\frac{13}{25}$ Februar 1852.

Blutregen und blutrothe Gewässer. Neun Fälle, welche sich in England und in der Normandie in dem Zeitraum von 685 bis 1662 ereignet haben; vom Akademiker HAMEL.

Ehrenberg, der so unermüdlich fleissige Forscher auf dem Gebiete der Microscopie, hat bekanntlich eine Menge Nachrichten über Staubfälle, blutfarbige Niederschläge aus der Atmosphäre und blutroth gefärbte Gewässer gesammelt und solche, chronologisch geordnet, der Berliner Akademie der Wissenschaften vorgelegt. Dieses Verzeichniss von Erscheinungen, welche mehr oder weniger mit organischem Leben in Beziehung stehen, sollte Jedermann, wenn sich dazu die Gelegenheit darbietet, zu vervollständigen bemüht sein. Durch Vorliegendes wünsche ich einen kleinen Beitrag zu liefern.

In meiner Notiz über Tredescant's Museum führte ich an, dass in demselben, unter vielen andern Merkwürdigkeiten, auch sogenanntes «Blut» vorhanden gewesen, welches, nach Sir John Oglander's damaligem Zeugniss, auf der Insel Wight als Regen aus der Atmosphäre gefallen sein sollte.

Obgleich dieses «Blut» jetzt nicht im Catalog des Museum's zu Oxford angeführt ist, so wäre es doch möglich, dass es noch irgendwo vorhanden sei, und da es auf jeden Fall vor nicht weniger als zweihundert Jahren gesammelt worden (Tredescant's Catalog wurde im Jahr 1652 abgefasst), so ist es

im Interesse der Wissenschaft wünschenswerth, solches microscopisch untersuchen und mit dem jetzigen meteorischen rothen Staub vergleichen zu können.

Das vor zwei Jahrhunderten in Tredescant's Musum gewesene »Blut« konnte aber auch schon damals alt sein, und in diesem Falle wäre es für eine jetzige Vergleichung um so wichtiger. Diese Rücksicht brachte mich zu dem Entschluss, nachzuforschen, wie alt es etwa sein möchte.

Es ist mir bekannt, dass es von jenem Sir John Oglander, auf welchen sich Tredescant bezieht, einen handschriftlichen Aufsatz über die Insel Wight giebt, da mir aber derselbe hier nicht zugänglich ist, ich also nicht wissen kann, ob er selbst darin eines Blutregens erwähnt, so wurde es nöthig, in den allgemeinen englischen geschichtlichen Werken Auskunft zu suchen.

Ich fand in der aus dem (längst eingegangenen) Benedictiner Kloster am Yoreflusse im ehemaligen Richmondshire, jetzt Yorkshire, stammenden Chronik, welche gewöhnlich einem gewesenen Abte desselben, Johannes Bromton (auch Brompton), zugeschrieben wird, dass es im Jahre 1177, am Sonntage nach Pfingsten, auf der Insel Wight volle zwei Stunden lang Blut geregnet habe und dass zum Trocknen ausgehängte leinene Tücher dermassen davon bedeckt gewesen, dass sie ausgesehen, als hätte man sie in mit Blut gefüllte Gefässe getaucht [1]).

Da nun alle Vorfahren des erwähnten Sir John Oglander's von König William des Eroberers Zeit her, auf der Insel Wight gewohnt haben, wie denn auch alle seine Nachfolger, der erst vor ungefähr einem Monat eingetretene Sir Henry Oglander Bart. mit eingeschlossen, dort immer ein und denselben Wohnsitz, nämlich Nunwell, hatten, so ist es möglich, dass das im Jahr 1177 vom Blutregen roth gewordene Linnenzeug dem Hause des damaligen Repräsentanten der Fa-

1) Die Worte sind: Eodem anno die Dominica clausae Pentecostes sanguineus imber cecidit in insula de Whit, fere per duas horas integras, ita quod panni linei per sepes ad siccandum suspensi, rore illo sanguineo sic aspersi fuerant acsi in vase aliquo pleno sanguine mersi essent.

milie angehört habe, und man muss glauben, dass nicht nur dieses Wunderergebniss vielfältig beschaut, sondern dass auch so viel wie möglich von dem »Blute« selbst von dem Linnen abgeschabt und aufbewahrt worden. Da das Gesammelte nur gar wenig Platz einnahm, so ist es denkbar, dass eine dasselbe enthaltende Kapsel von Generation zu Generation, gleichsam als Reliquie, im Hause aufbewahrt blieb, bis endlich Tredescant der Aeltere dahin kam.

Dieser schiffte sich im Jahr 1627 bei der Insel Wight mit dem Herzog von Buckingham, dessen Gärtner er damals war, auf der sich zur Hülfe der Hugenotten zu Rochelle in Frankreich rüstenden Flotte ein, und da Sir John Oglander, als Deputy Governor von der Insel und wegen anderweitiger Dienstverhältnisse, oft mit dem Herzoge zusammen gewesen sein muss, so hat unser Tredescant, der leidenschaftliche Sammler alles Merkwürdigen, gewiss nicht unterlassen, sich dieses als Regen niedergefallene »Blut« für sein Museum auszubitten. Der damals so hoch gestellte Herzog von Buckingham konnte dieses Gesuch bei Oglander mit Nachdruck unterstützen.

Möchte doch im Oxforder Museum nachgeforscht werden, ob sich nicht etwa unter alten beigelegten Sachen eine Kapsel oder ein kleines Gläschen mit diesem »Blute« vorfinde. Es würde wahrscheinlich dort nicht fehlen, wenn, Tredescant's Testament zufolge, seine Wittwe die Sammlung ihres Mannes und Schwiegervaters der Universität Oxford überlassen hätte und Ashmole nicht dazwischen gekommen wäre. Auf jeden Fall verdient dieser, wenn meine Vermuthung richtig ist, vor fast sieben Jahrhunderten aus der Luft gefallene blutrothe Staub, aufgesucht zu werden, um ihn unter's Microscop bringen zu können.

Ich muss hier an einen mehrfältig beschriebenen Blutregen erinnern, von welchem man glauben könnte, er stehe mit dem hier erwähnten in Verbindung. Es soll nämlich am 30. Juni des Jahres 1653 über der Stadt Poole in Dorsetshire eine schwarze Wolke erschienen sein, die sich bald, wie man schrieb, in einen Regen von Blut auflöste, dessen Tropfen warm auf die Hände der Menschen herabfielen. Einige grüne Blätter mit solchen Tropfen wurden nach London gesandt

Da Poole an der englischen Küste, westlich von der Insel Wight, gelegen ist, so könnte man auf den Gedanken kommen, dass das im Catalog des Tredescant'schen Museum's erwähnte Blut zu gleicher Zeit gesammelt worden sei. Dieses ist aber nicht wahrscheinlich, denn Tredescant's Catalog war, wie gesagt, schon im Jahr 1652 abgefasst, obgleich er, verschiedener in der Vorrede erwähnten Umstände wegen, erst vier Jahre später die Presse verliess. Auch hätte der jüngere Tredescant nicht gebraucht sich auf Oglander zu berufen, da dieses zu Poole gefallene Blut in London Cromwell vorgezeigt und auch ausserdem von vielen gesehen worden [2]).

Bei meinem Nachforschen hinsichtlich des Blutregens auf der Insel Wight stiess ich auf einige andere dergleichen meteorische Ereignisse, die ich ebenfalls nicht in den von mir nachgesehenen chronologischen Verzeichnissen gefunden habe.

Nach der Anglo-sächsischen Chronik (Cottonian Manuscripts, Dominitian, A, VIII, 2), hat es im Jahr 685 in Britannien Blut geregnet; auch wird gesagt, dass damals Milch und Butter in Blut umgewandelt worden seien.

Die Annales Cambriae erwähnen dieses Ereignisses unter dem Jahr 689, und in zwei Handschriften dieser Annalen steht, dasselbe habe sich auch in Irland zugetragen.

Die Chronik des Prinzen von Wales setzt den Blutregen in England und Wales in das Jahr 688; die Umwandlung von Milch und Butter in Blut wird in zwei Handschriften dieser Chronik unter dem Jahr 690 angeführt.

Ein Blutregen fiel Anfangs Mai 1198 zwischen Paris und Rouen zu Petit Andeli, wo damals König Richard I. von England auf dem steilen hohen Felsen an der Seine die nachher mit dem sonderbaren Namen Chateau Gaillard belegte feste Burg als Gränzschutzwehr für seine Besitzungen in der Normandie gegen Frankreich aufrichtete. Die höchst malerischen Ruinen dieser geschichtlich merkwürdigen Felsenburg ziehen

---

2) Noch kann angeführt werden, dass Sir John Oglander während der Cromwell'schen Periode wegen seiner Loyalität viel zu dulden hatte, auch ins Gefängniss geworfen wurde, also sich schwerlich damals mit Tredescant's Museum beschäftigen konnte.

die Aufmerksamkeit aller auf der Seine Vorbeireisenden an, sind auch zu wiederholten Malen bildlich dargestellt worden

Die älteste Nachricht von dem dort Statt gefundenen Blutregen ist von William (Little), Canonicus des damaligen Augustiner Klosters zu Newbury in Yorkshire. Er schrieb die Geschichte Englands von William dem Eroberer an bis gerade auf dieses Ereigniss, womit sein Werk schliesst.

Nach ihm ist im Monat Mai (1198) kurz vor dem Himmelfahrtstage, als gerade König Richard I. bei seinem Festungsbau auf dem Fels Andeli anwesend war, um ihn zu beschleunigen, plötzlich ein mit Blut vermischter Regen gefallen, welcher alle Anwesenden in Erstaunen setzte, denn sie sahen auf ihren Kleidern «wahre Blutstropfen» Die Umgebung des Königs hielt solches für eine üble Vorbedeutung, Richard Löwenherz aber liess sich nicht abschrecken, seinen Festungsbau zu fördern [3]).

Die bereits erwähnte Bromton'sche Chronik, welche später als die Newbury'sche abgefasst ist, enthält ganz dieselbe Nachricht [4]).

Der Decan der St. Paulskirche zu London, Ralph de Diceto, welcher um die Zeit dieses Blutregens mit dem Erzbischof von Rouen über den Festungsbau zu Andeli in Briefwechsel stand, also für eine sichere Autorität gelten müsste,

3) William (Little) schreibt: Mense Maio paulo ante Dominicae Ascensionis solemnia, cum Rex adesset, et opus urgeret (nam saepius ad disponendum urgendumque opus aderat, et conspectum proficientis operis pro magna voluptate habebat) repente imber sanguine mixtus descendit stupentibus cum ipso Rege cunctis qui aderant: cum et in suis vestibus veri sanguinis guttas conspicerent, et rem tam insolitam, malum protendere formidarent. Verum ex hoc idem Rex non est territus, quo minus operi promovendo intenderet, in quo sibi (ni fallor) ita complacebat, ut etiamsi Angelus de coelo id omittendum suaderet, anathema illi esset.

4) Sie heisst: Mense Maii paulo ante Dominicae Ascensionis solempnia cum rex adesset et opus operariosque de festinatione urgeret, repente imber sanguine mixtus discendit. Cunctis igitur qui cum ipso rege aderant stupentibus, cum ipsi in suis vestibus veri sanguinis guttas conspicerent, et rem tam insolitam malum protendere formidarunt, verum ex hoc idem rex non est territus quo minus operi intenderet, et illud pro viribus promoveret.

giebt uns in seinen »Imagines Historiarum« als Datum den achten Mai und bemerkt, es habe sehr stark, »wellenweise«, Blut geregnet. (VIII idus Maii pluit sanguis undatim super aedificantes turrim apud Andeleium in territorio Rothomagi). Der Himmelfahrstag ist im Jahr 1198 am 7. Mai gewesen. Also hätte nach Ralph de Diceto dieser Blutregen am Tage nach Himmelfahrt Statt gefunden [5]).

Der Canonicus im Augustiner Kloster zu Leicester, Henry Knighton, erzählt in seiner Chronik der Ereignisse in England, dass am 14. October des Jahres 1388 in Derbyshire eine nicht grosse Wolke gesehen worden sei, aus welcher es auf einem Raume von der Weite eines Pfeilschusses Blut geregnet habe [6]).

Im Jahr 1399 regnete es Blut in einer kleinen Stadt in Bedfordshire. Die rothen Tropfen desselben sah man auf zum Trocknen ausgehängten Betttüchern.

Im Jahr 1651 fiel zu Bewcastle im nördlichen Theil von Cumberlandshire Blut herab, mit welchem die Kirche und der Kirchhof bedeckt wurden.

Am 11. November des Jahres 1662 soll es in Derby bei einem grossen Sturm Blut geregnet haben.

Die drei letzten Notizen fand ich in einem englischen Tractätchen, betitelt: Admirable curiosities, rarities and wonders

---

5) Andeli hatte dem Rouener Erzbisthum gehört und war ihm, zumal wegen der daselbst an der Seine befindlichen Mehlmühlen sehr einträglich. Als daher König Richard seine Festungsbauten auf der Insel anfing, beklagte sich der Erzbischof Walter (früher Bischof zu Lincoln in England) nicht nur bei ihm, sondern auch beim Pabst. König Richard gab dem Rouener Erzbisthum als Ersatz nicht weniger als die Städte Dieppe und Bouteille, auch Louviers und den Wald Alliermont. Ralph de Diceto spricht von dem Blutregen unmittelbar nach Mittheilung der in demselben Jahre (1198) erfolgten Bestätigung dieser Vergütung von Seiten des Pabstes Innocentius III.

6) Knighton sagt: Et XIIII mensis Octobris in comitatu Derbeyae apparuit quaedam nubecula quasi hora sexta, ut dicebatur, et pluit sanguinem ad spacium quantum est jactus sagittae in circuitu.

in England, Scotland and Ireland, etc. Second Edition, 1684. by R. B., welche Initiale Richard Burton bedeuten [7]).

Bei drei alten englischen Geschichtschreibern fand ich Nachricht von blutroth gefärbtem Wasser, welches im östlichen Theil von Berkshire in dem damals noch im Windsor Walde befindlichen Orte Finchampstead um das Jahr 1100 bei einer Quelle beobachtet wurde. Einer dieser Chronikschreiber erwähnt desselben zweimal, ohne die Wiederholung zu merken. Das Wasser soll nach einem von ihnen zwei, nach den beiden andern drei Wochen lang roth gewesen sein. Bei zweien ist erwähnt, dass der Himmel damals eine Nacht hindurch roth gewesen sei.

Der Benedictiner Mönch und Precantor bei der Kirche zu Durham, Simeon, welcher fast Zeitgenosse des Ereignisses war, aber weit entfernt davon lebte, sagt an einem Orte: «In pago qui Barrocscire nominatur, sanguis de fonte tribus septimanis emanavit» und drei Seiten weiter steht wieder. «In provincia quae nominatur Bearrocscira in loco qui dicitur Heamstede visus est a multis sanguis effluere de terra». Die erstere Erwähnung steht unter dem Jahre 1100, die letztere unter 1103.

Die Bromton'sche Chronik hat unter dem elften Regierungsjahre William's II., also 1098: «Eodem anno visus est sanguis in aestate a quodam fonte apud Finchamstede in Barkschire tribus septimanis continuis ebullire. Post haec coelum tota nocte apparuit rubeum quasi pene arderet».

Der Canonicus Knighton zu Leicester setzt das Ereigniss in das Jahr 1099: «Hoc anno apud Finchamstede in Barcochira fons quidam visus est sanguinem ebullire per XV dies et coelum visum est per totam noctem ardere».

---

7) Derselbe Richard Burton hat mehrere Schriftchen, jede zu einem Schilling, herausgegeben, als: The wars in England, Scotland and Ireland; Historical remarques and observations of the ancient and present state of London and Westminster; Englands Monarchs. — In dem oben angeführten Büchelchen erwähnt er auch des Blutregens, aber nicht unter dem richtigen Jahre.

Im Jahr 1640 wurde in Cambridge das Wasser eines Teiches ganz blutroth, und, in Becken geschöpft, behielt es dieselbe Farbe. Die Notiz hierüber entnehme ich dem erwähnten Richard Burton. In demselben Jahre sind ähnliche Erscheinungen in Deutschland bemerkt worden. Diese letzteren finden sich in Ehrenberg's Verzeichniss.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. X. № 17.*)

30 April / 12 Mai 1852.

Ueber die Einwirkung des ätherischen Senföl's auf die organischen Basen; von N. ZININ.

In allen künstlich dargestellten, flüchtigen organischen Basen hat sich, was das chemische Verhalten zu verschiedenen Körpern anbetrifft, eine überraschende Analogie mit dem Ammoniak herausgestellt; — sie bilden nämlich Verbindungen, welche den Amiden und dem Harnstoffe entsprechen. — Nicht ohne Interesse schien es mir, das Verhalten der organischen Basen, im Allgemeinen, zu dem ätherischen Senföle zu untersuchen, — da bekanntlich Ammoniak mit demselben eine basische Verbindung einzugehen vermag. — Bei diesen Versuchen hat sich ergeben, dass die vorerwähnte Analogie der flüchtigen, künstlichen Basen mit Ammoniak fortbesteht, mit dem Unterschiede jedoch, dass die entstehenden Verbindungen entweder niemals oder sehr selten basischer Natur zu sein scheinen; — wenigstens sind sie neutral von den meisten Basen, welche ich bis jetzt der Einwirkung des ätherischen Senföls unterworfen habe. — Im Nachstehenden gebe ich die vorläufige Beschreibung der Verbindungen mit Naphtalidin und Anilin.

Hat man zu einer weingeistigen Auflösung des Naphtalidin Senföl gegossen, so beobachtet man nach einiger Zeit auf der Oberfläche und dem Boden des Gemisches die Bildung weisser, kleiner, flachnadeliger, strahlförmig zu Halbkugeln ver-

einigter Krystalle, die bald eine starke Kruste in der Flüssigkeit erzeugen.

Nimmt man ungefähr 8 Theile 90% Weingeist auf einen Theil Naphtalidin, so ist in dieser Kruste der grösste Theil der Verbindung ausgeschieden. Aus 43 Th. Naphtalidin und 20 Th. Senföl hatten sich bei der ersten Krystallisation 51 Th., beim Einkochen der rückständigen Flüssigkeit auf die Hälfte ihres Volumens, noch 18 Th. der Verbindung auskrystallisirt. Dieselbe ist unlöslich in Wasser, löst sich in geringer Menge in kaltem, in grösserer Menge aber in kochendem, starkem Weingeiste auf; in Aether ist sie schwerlöslich; beim Erhitzen auf 130° C. schmilzt sie zu einer klaren, farblosen Flüssigkeit, welche beim Abkühlen zu einer weissen, körnig-krystallinischen Masse gesteht. Bei vorsichtiger Destillation gehet ein grosser Theil des Körpers, ohne merkliche Zersetzung, in Form einer ölartigen, farblosen, oder leicht gelblichen Flüssigkeit über, die beim Abkühlen nur nach langem Stehen, in Folge der Bildung von körnigen Krystallen erstarrt. Behandlung mit Bleioxydhydrat entzieht diesem Körper seinen Schwefel. Das dabei erhaltene neue Produkt löst sich leicht in Weingeist auf; aus der heissen, spirituösen Auflösung krystallisirt feinkörnig ein weisser, seidenglänzender Körper; aus der rückständigen Lösung schlägt Wasser eine geringe Quantität einer weichen, salbenartigen mit den körnigen Krystallen noch vermischten Substanz aus, welche jedoch in Weingeist bedeutend löslicher ist als die körnigen Krystalle.

Die Elementaranalysen der Verbindung des Naphtalidin-Senföls gaben folgende Zahlen:

1) 69. 72% C; 6. 00% H.; 2) 69. 60% C; 5. 90% H.
3) 12. 98% S; 4) 13. 02% S.

welche der Formel $C_{28} H_{14} N_2 S_2 = C_{20} H_9 N + C_8 H_5 NS_2$ entsprechen. Die Verbindung scheint mit Säuren sich nicht zu vereinigen: aus weingeistigen salz- oder schwefelsäurehaltigen Lösungen krystallisirt sie ohne Veränderung; in wässriger, concentrirter Salzsäure löst sie sich sogar in der Hitze nicht mehr als in reinem Wasser auf. In Salpetersäure (1, 36 sp. Gew.) löst sie sich bei behutsamem Erhitzen farb-

los auf, bald aber fängt die Reaktion unter heftiger Entwickelung rother Dämpfe an, wobei die Flüssigkeit gelb wird und beim Zugiessen von Wasser scheidet sich aus derselben ein harziger, gelber Körper aus. Kocht man aber die saure Auflösung bis zum Verschwinden der rothen Dämpfe, so giebt sie auf Zusatz von Wasser ein orangengelbes Pulver, welches sich in Weingeist und Salpetersäure leicht, in kochendem Wasser schwerer löst, beim Erhitzen auf Platinblech zu einer bräunlichrothen Flüssigkeit schmilzt, mit Verpuffung verbrennt und viel Kohle hinterlässt.

Giesst man zu einer Lösung von 1 Th. Anilin in ungefähr 4 Th. 90% Weingeist eine dem Anilin beinahe äquivalente Quantität ätherischen Senföls, so beginnt bald die Verbindung; die Flüssigkeit erwärmt sich bedeutend, der Geruch des Oels wird kaum bemerkbar und es bildet sich während der Abkühlung eine Masse von feinen, blättrigen Krystallen. Nimmt man aber eine weniger conzentrirte Lösung von Anilin, so werden die Krystalle, welche vier- und sechsseitige Tafeln sind, bis 4 Millim. lang und $^1/_2$ Millim. dick. Diese sind vollkommen geschmack-, geruch- und farblos, durchsichtig, in Wasser unlöslich, leichtlöslich sogar in kaltem Weingeist und in Aether; sie schmelzen bei 95° C zu einer durchsichtigen, farblosen Flüssigkeit, welche beim Abkühlen zu einer strahlig-kristallinischen Masse erstarrt. Erhöht man aber die Temperatur bis zum Kochen der Flüssigkeit, so entwickelt sich ein dem Lauche auffallend ähnlicher Geruch und die Flüssigkeit bleibt darauf beim Abkühlen lange zähe ohne zu erstarren: bei der Destillation derselben bekommt man eine ölige Flüssigkeit von demselben knoblauchartigen Geruch, welche aber auf keine Weise zum Erstarren zu bringen ist. Durch Einwirkung des Bleioxydhydrats wird der Verbindung des Anilins mit Senföl ihr Schwefel entzogen; es entsteht dabei eine in Weingeist sehr leicht lösliche Verbindung, so dass die spirituöse von dem Schwefelblei abgegossene Flüssigkeit erst auf Zusatz von Wasser — bis eine bemerkbare Trübung sogar beim Kochen bleibt — beim Abkühlen, lange, seidenglänzende, nadelförmige Krystalle giebt, die auch in kochendem Wasser sich ein wenig lösen und beim Abkühlen dessel-

den ausgeschieden werden. Wasser schlägt aus der von den nadelförmigen Krystallen abgegossenen Flüssigkeit eine kleine Quantität eines harzigen, zähen, in Weingeist leicht löslichen, nicht krystallisirbaren und in Wasser fast unlöslichen Körpers nieder.

Die Elementaranalysen des Anilin-Senföls ergaben folgende Zahlen:

1) 62. 80% C; 6. 50% H. 2) 62. 83% C; 6. 42% H.
3) 16. 02% S; 4) 16. 30% S.

welche der Formel $C_{20} H_{12} N_2 S_2 = C_{12} H_7 N + C_8 H_5 NS_2$ entsprechen. — Dieser Körper scheint sich mit Säuren auch nicht zu verbinden, löst sich jedoch in conzentrirter wässriger Salzsäure leicht beim Erhitzen auf; von Wasser aber wird er aus dieser Lösung unverändert abgeschieden. Aus spirituösen, salz- oder schwefelsäurehaltigen Lösungen krystallisirt er ebenfalls unverändert. Von kalter Salpetersäure von 1. 36 sp. Gew. wird er nicht angegriffen; beim vorsichtigen Erhitzen löst er sich darin auf, wobei aber nach kurzer Zeit eine heftige Einwirkung unter Entwickelung von rothen Dämpfen erfolgt; die Flüssigkeit wird gelb und giebt beim Vermischen mit Wasser einen gelben harzigen Niederschlag.

In einer Reihe von Aufsätzen hoffe ich die Eigenschaften, Zusammensetzungen und die bemerkenswerthen Zersetzungsprodukte der Verbindungen des Senföls mit verschiedenen Klassen organischer Basen mittheilen zu können; hier bemerke ich nur, dass mit Harnstoffen und mit natürlichen nicht flüchtigen organischen Alkaloiden, wie Chinin, Cinchonin, Morphin und Narkotin, bis jetzt keine Verbindungen mit dem Senföl durch Zusammengiessen alkoholischer Lösungen und Erwärmen, zu Stande gebracht wurden; Schwefelkohlenstoff scheint ebenfalls auf diese Basen nicht einwirken zu wollen.

Schliesslich sei es mir vergönnt noch einige auf meine früheren Arbeiten Bezug habende Worte hinzuzufügen.

Azobenzid verwandelt sich leicht in Benzidin, wenn man seine weingeistige Lösung mit schwefliger Säure behandelt; es schlägt sich dabei sogleich das fast unlösliche schwefelsaure Salz der Base nieder.

Das Azoxybenzid verwandelt sich leicht in Benzidin bei der Behandlung seiner weingeistigen Lösung mit reducirenden Mitteln.

Es ist mir gelungen, das Seminaphtalidin vollständig farblos darzustellen, und zwar durch wiederholte abwechselnde Krystallisation aus Weingeist und Wasser. Die langen nadelförmigen Krystalle sind sehr glänzend wenn sie aus Weingeist anschiessen. Das schwefelsaure Salz dieser Base ist schwerlöslicher in Wasser als die Base selbst; es krystallisirt in kleinen schuppigen Krystallen von weisser Farbe. Bei der Analyse gab es 38. 20% Schwefelsäure; die Formel

$$C_{10}\,H_5\,N.\,SHO_4$$

verlangt 38. 28%. Die kupferrothe Färbung der Base rührte von einer geringen Beimischung eines andern bräunlichrothen Körpers her, der in Weingeist viel leichter löslich ist als das Seminaphtalidin. Aus wässriger Lösung krystallisirt dieser färbende Stoff in ganz feinen matten Nadeln, welche beim Erhitzen in einem Glasröhrchen erst zu einer rothen Flüssigkeit schmelzen, und dann unter theilweiser Zersetzung destilliren, aber nicht verpuffen.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. X. No.* 22.)

$\frac{9}{21}$ April 1852.

Extrait d'une lettre de M. le professeur LEONHARD de Heidelberg au Secrétaire perpétuel.

Es beschäftigt mich eine umfassende Arbeit über »Hütten-Erzeugnisse als Stützpunkte geologischer Hypothesen«.

Ich war glücklich genug, mir eine sehr ausgezeichnete Sammlung solcher Producte zu erwerben. Dankbar sei es erkannt, dass Berzelius und Sefström es waren, welche den ersten Grund dazu legten. Ihre Mittheilungen hatten um so höheren Werth, da sie, meist Musterstücke, zu den Seltenheiten gehörten: Schlacken herrührend aus früheren Zeiten, erhalten bei Schmelzungen, die längst in Schweden ausser Branch. Später erhielt ich nach und nach lehrreiche Beiträge von den verschiedensten Seiten.

Unter den Hütten-Erzeugnissen, die mir bekannt wurden, welche ich zu studiren veranlasst wurde, sind manche jenen Mineralien ähnlich, welche wesentliche oder sogenannte zufällige, aber dennoch gar oft ungemein bezeichnende Gemengtheile Plutonischer und Vulkanischer Felsarten ausmachen. Andere Schlaken und Schmelzproducte liessen sich den, auf Erz-Lagerstätten vorhandenen, Gebilden wohl vergleichen; sie stimmen damit überein in allen wesentlichen Merkmalen. Solchen Substanzen steht, aus geologischem Gesichtspunkte besondere Wichtigkeit zu.

Sie deuten, wenn auch im verjüngtesten Maasstabe, an, wie die Natur in ihrem geheimnissreichen Wirken mit tiefgreifender Gewalt thätig gewesen. Gebilde der Art, obwohl künst-

lichen Ursprunges, müssen ein neues Feld zu Erwägungen und Forschungen öffnen, zu Beobachtungen und Versuchen, und in künftigen geologischen Hypothesen, vom Bekannten dem Unbekannten sich zuwenden, bedeutende Rollen spielen, Hauptstützen derselben werden, zur Deutung vielartiger Phänomenen dienen, zur Beseitigung unerwiesener Wagesätze, unnützer Phantasie-Spiele und Grübeleien. Wir haben nähere Aufklärung darüber zu hoffen: ob das Grund-Gebirge unseres Planeten in Wasser gelöst war, oder ob die Erd-Temperatur einst so hoch gewesen, dass die Bestandtheile jener Fels-Gebilde in geschmolzenem Zustande sich befunden?

Ich werde aus vollster Ueberzeugung reden, sehr entfernt, anders gesinnten feindselig in den Weg zu treten. Alles was ich wünsche, ist, die Rechte der Hütten-Erzeugnisse zu vertreten, der Schmelzfeuer mit ihren ändernden, umwandelnden, umschaffenden Wirkungen, Vorurtheile zu beseitigen, welche gegen dieselben hin und wieder auftauchen. Hat man nicht längst die näheren und vielartigen Beziehungen erkannt zwischen Bergbau und Geologie? Gilt nicht der Bergbau als ergiebige Quelle für dieses Wissen? Ihm verdankt man eine Fülle von Erfahrungen, den gesetzmässigen Bau der Erdrunde beurkundend. Ohne die bergbauende Welt im Besitze wohlerworbener Rechte zu kümmern, strebe ich, durch parteilose Erörterungen, der schmelzenden Welt die allgemeine Aufmerksamkeit mehr und mehr zuzuwenden.

Um noch möglichst viele Belegstücke zu erlangen, um mannigfaltigere reichhaltige Thatsachen zu ermitteln, richtete ich »Wünsche und Bitten an ehrenwerthe Wissenschafts-Genossen«. In Deutschland kommt man mir von allen Seiten in freundlichster Weise entgegen. Die obersten Bergwerks-Behörden Preussens, Baierns und Würtembergs interessiren sich für meine Unternehmen. Hüttenmänner in Oesterreich und Frankreich liessen mir Sendungen zukommen und verheissende Versprechungen. — Nur im grossen Gebiete des Russischen Kaiserreiches fehlt es mir an Verbindungen. Und wie wichtig wäre für meine Absichten die dortländischen Hütten- und Schmelzwerke vielfachster Art! Ich gedenke unter andern jener von Alapajevsk, Tagil, Newiansk u. s. w.

Voll Vertrauen, denn es gilt ja wissenschaftlichen Zwecken, wage ich es Eure Excellenz, um gewogene Unterstützung zu bitten, um geneigte Verwendung bei Kaiserlicher Akademie. Eine solche Vermittelung führt mich, ich bin dessen gewiss, am Sichersten zum Ziele. Verbreitung meiner »Wünsche und Bitten« dürfte sehr erfreulich sein, vielleicht aber wäre eine Verwendung bei der obersten Bergwerks-Behörde das Wirksamste.

(Aus dem *Bullet. phys.-mathém. T. X. No.* 22.)

$\frac{11}{23}$ Juin 1852.

Recherches sur quelques combinaisons nouvelles d'Iridium; par M. SKOBLIKOFF.

Depuis longtemps les Chimistes ont attribué beaucoup d'intérêt aux combinaisons particulières qui résultent de l'action de l'ammoniaque sur le protochlorure de Platine. Comme il était probable que l'Iridium, si ressemblant sous tous les autres rapports au Platine, fournirait aussi de semblables combinaisons, j'ai entrepris un travail sur ce sujet, et ce sont les premiers fruits de mes recherches que j'ai l'honneur de communiquer dans ce mémoire. Ce travail a été entièrement exécuté au laboratoire de l'Université de St.-Pétersbourg sous les yeux et la direction de M. Woskressensky, qui a eu l'extrême complaisance de m'aider constamment de ses conseils.

—

En chauffant le bichlorure d'Iridium sur un bain de sable dans une capsule de porcelaine jusqu'à ce qu'il ait perdu beaucoup de son chlore, on obtient une masse résineuse d'une couleur brunâtre. Si on verse sur cette masse une dissolution de carbonate d'ammoniaque en quantité suffisante, elle se dissout presque entièrement et l'on obtient une liqueur fortement alcaline d'une couleur jaune verdâtre.

Après avoir filtré cette dissolution et neutralisé le carbonate d'ammoniaque par l'acide chlorhydrique étendu, on voit se déposer dans la liqueur un peu acide une substance gre-

nue et jaune, que l'on sépare de la liqueur surnageante par la filtration et le lavage à l'eau, dans laquelle elle est insoluble à froid et à chaud.

Ce corps jaune ne s'altère pas à l'air à la température ordinaire; chauffé sur une lame de Platine, il se décompose en chlorhydrate d'ammoniaque, en acide chlorhydrique et en Iridium métallique.

Soumis à l'analyse il m'a donné les résultats suivants:

0,4630 grm. de substance, fondus avec du carbonate de soude, ont donné 0,3242 grm. de protoxyde d'Iridium, 0,4352 grm. de chlorure d'argent et 0,6251 grm. de chloro-platinate d'ammoniaque.

0,2271 grm. de la même substance, ont donné 0,1542 grm. de protoxyde d'Iridium, 0,2111 grm. de chlorure d'argent, et 0,435 grm. de chloro-platinate d'ammoniaque.

D'après ces nombres, ce corps est composé de la manière suivante:

		Calculé	Trouvé I	Trouvé II
1 équiv. d'Iridium	1233,20	65,28	64,79	65,24
1 équiv. de chlore	443,20	23,45	23,33	23,43
1 équiv. d'ammoniaque	212,50	11,27	10,58	11,26
	1888,90	100,00	98,70	99,93

Cela conduit à la formule: $IrClNH_3$. Conséquemment ce corps représente le protochlorure d'Iridium ammoniacal, et peut être considéré comme du chlorure d'ammonium, dans lequel un équivalent d'hydrogène est remplacé par un équivalent d'Iridium. La composition offre une analogie complète avec le protochlore de Platine ammoniacal, c'est-à-dire avec du sel vert de M. Magnus, mais il se distingue de ce dernier par sa forme cristalline et par sa couleur.

Action des acides sur le protochlorure d'Iridium ammoniacal.

a) *Action de l'acide nitrique.* Quand on traite à chaud le protochlorure d'Iridium ammoniacal par l'acide nitrique con-

centré, ce dernier l'attaque promptement: il brunit aussitôt, et en continuant à chauffer, il se transforme en une masse jaunâtre, grenue, cristalline, qui se dissout facilement dans l'eau.

Il faut remarquer ici, que le succès de l'opération dépend de la quantité de l'acide nitrique employé. En effet, en jetant sur une certaine dose du protochlorure d'Iridium ammoniacal une quantité à peine suffisante d'acide nitrique pour l'attaquer, ce corps se transforme en une masse jaunâtre et grenue. Mais en versant une très forte dose d'acide nitrique sur la même quantité du protochlorure d'Iridium ammonical, on n'obtient qu'une matière incristallisable. Pour éviter cet inconvénient, on peut commencer l'opération par une petite dose d'acide et en ajouter graduellement jusqu'à la transformation complète du protochlorure d'Iridium ammoniacal dans le nouveau produit, qui, une f is formé, résiste à l'action de cet agent.

En dissolvant la combinaison ainsi obtenue dans de l'eau, et la faisant cristalliser quelques fois, on l'obtient en cristaux lamelliformes très purs, jaunâtres et brillants. Elle représente le sel nitrique d'une base analogue à celle de Platine de M. Gros. La présence de l'acide nitrique est facile à accuser, car en soumettant le sel à l'action de l'acide sulfurique concentré, et en y ajoutant quelques morceaux de cuivre métallique, il s'en dégage du deutoxyde d'azote en abondance. Une autre preuve pour l'existence de l'acide nitrique est la possibilité de la remplacer par d'autres acides, tels que l'acide sulfurique, chlorhydrique etc. Mais les combinaisons, qui résultent du remplacement de l'acide nitrique par d'autres acides, contiennent encore de l'azote, qui se manifeste comme ammoniaque, quand on les chauffe avec une dissolution concentrée de potasse caustique. Le lait de chaux produit le même effet, mais beaucoup plus faiblement. Il en résulte que l'azote se trouve dans le sel nitrique en question dans deux états différents.

En faisant passer un courant d'acide sulfhydrique dans une dissolution de ce sel, on obtient à la longue un léger précipité de soufre coloré par quelques traces d'Iridium; mais

on ne peut pas en séparer, par cette méthode, toute la quantité d'Iridium.

Ce sel contient du chlore, dont la présence se prouve en le mélangeant avec du carbonate de soude et en le chauffant jusqu'au rouge; on trouve alors dans le résidu du chlorure de sodium et du protoxyde d'Iridium. Lorsqu'on traite, au contraire, la dissolution de ce sel par le nitrate d'argent, la liqueur reste limpide à la température ordinaire et il ne se forme pas de chlorure d'argent. Après l'ébullition, la liqueur se trouble, blanchit et en la filtrant on parvient à recueillir quelques traces de chlorure d'argent. La liqueur, redevenue claire par la filtration, se trouble de nouveau quelque temps après et l'on reçoit un second léger précipité de chlorure d'argent. Il est donc évident, que ce sel contient du chlore, mais il ne se manifeste pas par sa réaction ordinaire.

Ce corps peut donc être considéré comme une combinaison d'acide nitrique avec une base composé d'Iridium, de chlore, d'azote et d'hydrogène; tous ces éléments sont dans un état de combinaison tel, que leurs réactions ordinaires se trouvent tout-à-fait masquées.

Pour doser le chlore, ce sel, préalablement privé de toute humidité, fut mélangé avec du carbonate de soude et puis calciné; après avoir traité le résidu par l'eau et filtré, le protoxyde d'Iridium resta sur le filtre. La liqueur filtrée, neutralisée par l'acide nitrique et précipitée par le nitrate d'argent, donna le chlore en forme de chlorure d'argent.

0,6652 grm. du sel ont donné 0,2850 grm. d'Iridium et 0,4145 grm. de chlorure d'argent.

0,4561 grm. du sel ont donné 0,1954 grm. d'Iridium et 0,2844 de chlorure d'argent.

En outre 0,6965 grm. du sel, mélangé avec de l'oxyde de plomb et de l'oxyde de cuivre, et calcinés d'après la méthode admise généralement dans les analyses organiques, ont donné 0,1749 grm. d'eau.

D'après ces nombres obtenus, le sel serait composé de la manière suivante:

		Calculé	Trouvé		
			I	II	III
1 équiv. d'Iridium.....	1233,20	42,87	42,85	42,85	42,76
1 équiv. de chlore.....	443,20	15,42	15,41	15,40	—
6 équiv. d'hydrogène	75,00	2,61		—	2,75
3 équiv. d'azote.....,	525,00	18,25	—	—	—
6 équiv. d'oxygène....	600,00	20,85	—	—	—
	2876,40	100,00			

Or, comme nous avons affaire à un sel nitrique, nous obtenons pour lui la formule $IrClN_2H_6O$, NO_5, et pour la base la formule ($IrClN_2H_6O$). Ce sont les formules de la base de M. Gros et de son sel nitrique avec la différence toutefois du métal qu'ils contiennent.

Sel sulfurique de la base ($IrClN_2H_6O$).

En traitant une dissolution du sel nitrique de la nouvelle base par l'acide sulfurique étendu, le sel se décompose et par l'évaporation on obtient le sel sulfurique en fines aiguilles verdâtres. Ce sel sulfurique est moins soluble dans l'eau froide, que dans l'eau bouillante, d'où il se cristallise sans la moindre altération.

Ce sel soumis à l'analyse m'a donné les résultats suivants:

1,2951 grm. de sel ont donné 0,5911 grm. d'Iridium, 0,8592 grm. de chlorure d'argent et 0,6917 grm. de sulfate de baryte.

1,0079 grm., du même sel, ont donné 0,5462 grm. de sulfate de baryte et 0,6674 grm. de chlorure d'argent.

1,4111 grm., du même sel, traité comme je l'ai indiquée chez le sel nitrique, ont donné 0,3523 d'eau.

D'après ces analyses la composition du sel correspond à la formule suivante:

$$IrClN_2H_6O, SO_3.$$

		Calculé	Trouvé		
			I	II	III
1 équiv. d'Iridium.....	1233,20	45,65	45,64	—	—
1 équiv. de chlore.....	443,20	16,40	16,37	16,38	—
6 équiv. d'hydrogène..	75,00	2,77	—	—	2,84
2 équiv. d'azote..	350,00	12,45	—	—	—
1 équiv. d'oxygène.....	100,00	4,22	—	—	—
1 équiv. d'acide sulfur.	500,00	18,51	18,46	18,55	—
	2701,40	100,00			

J'ai essayé de traiter ce sel avec une dissolution de baryte caustique afin d'en séparer l'acide sulfurique et d'obtenir la base en état libre; mais je n'ai pas encore obtenu des résultats satisfaisants.

Sel chlorhydrique de la base ($IrClN_2H_6O$).

Le sel nitrique dissout dans l'eau et traité par l'acide chlorhydrique en excès, se transforme en un sel chlorhydrique, qui se dépose sous la forme d'un précipité violet peu soluble dans l'eau froide et très soluble dans l'eau bouillante. Il se cristallise alors par le refroidissement en prismes réguliers d'une couleur violette.

Une dissolution de ce sel donne, avec du nitrate d'argent, aussitôt un précipité de chlorure d'argent. Les cristaux violets, fondus avec du carbonate de soude, dégagent l'ammoniaque, et le résidu contient du chlorure de sodium et de protoxyde d'Iridium.

Ce sel soumis à l'analyse m'a donné les résultats suivants:

		Calculé	Trouvé
1 équiv. d'Iridium.....	1233,20	48,46	48,38
2 équiv. de chlore.....	886,40	34 86	34,87
2 équiv. d'ammoniaque	425,00	16,68	16,72
	2544,60	100,00	99,97

Le sel chlorhydrique diffère des sels précédents en ce qu'il ne contient point d'oxygène; mais on y retrouve la même quantité d'hydrogène, et celle du chlore est le double

de celle dans les autres. Il est donc évident que l'hydrogène de l'acide chlorhydrique et l'oxygène de la base se sont combinés en eau qui n'est pas entrée en combinaison avec le sel, et entre la formule de ce sel ($IrClN_2H_6$, Cl) et les formules des sels précedents il y a la même différence qu'entre un chlorure métallique et un sel nitrique ou sulfurique.

b) *Action de l'acide sulfurique sur le protochlorure d'Iridium ammonical.* En chauffant le protochlorure d'Iridium ammoniacal avec un excès d'acide sulfurique étendu, le protochlorure d'Iridium ammoniacal se dissout avec dégagement d'acide chlorhydrique. On obtient alors une dissolution jaune, qui, par l'évaporation, ou déjà par le refroidissement, donne des lames volumineuses d'une couleur jaune-orange; c'est le sel sulfurique d'une nouvelle base, qui ne contient plus de chlore.

Ces cristaux se dissolvent tout aussi bien dans l'eau froide que dans l'eau chaude. Fondus avec du carbonate de soude, ils dégagent de l'ammoniaque et le résidu est composé de sulfate de soude et de protoxyde d'Iridium, mais ne contient pas de chlore. D'après cette méthode j'ai reçu les résultats suivants:

0,5754 grm. de substance ont donné 0,3494 grm. d'Iridium, 0,4103 grm. de sulfate de baryte et 0,7732 grm. de chloro-platinate d'ammoniaque.

0,6255 grm., du même sel, ont donné 0,3782 grm. d'Iridium, 0,4453 grm. de sulfate de baryte, et 0,8518 grm. de chloro-platinate d'ammoniaque

		Calculé	Trouvé I	Trouvé II
1 équiv. d'Iridium	1233,20	60,57	60,65	60,43
1 équiv. d'ammoniaque	212,50	10,43	10,25	10,39
1 équiv. d'acide sulfurique	500,00	24,52	24,51	24,45
1 équiv. d'oxygène	100,00	4,48	—	—
	2035,70	100.00		

Ces nombres correspondent à la formule

$$IrONH_3, SO_3.$$

On voit donc, que l'acide sulfurique dans ce sel est combiné avec une nouvelle base qui aurait pour formule ($IrONH_3$). Cette base peut être considérée comme de l'oxyde d'ammonium dans lequel un équivalent d'hydrogène est remplacé par un équivalent d'Iridium.

Action de l'ammoniaque sur le protochlorure d'Iridium ammoniacal.

En soumettant à chaud, dans un ballon de verre, le protochlorure d'Iridium ammoniacal à l'action d'un excès d'ammoniaque liquide, qu'il faut avoir soin de remplacer à mesure qu'il s'évapore, il entre en dissolution. Lorsqu'on laisse refroidir cette dissolution, elle dépose d'abord du protochlorure d'Iridium ammoniacal jaune, n'ayant subi aucune altération; mais quelque temps après il se dépose aussi une autre substance blanchâtre, qui se mélange avec le protochlorure d'Iridium ammoniacal. Si l'on chauffe le mélange de ces deux matières de nouveau pendant quelques heures avec un excès d'ammoniaque, il se redissout, et en refroidissant la dissolution dépose d'abord de nouveau le précipité jaune et puis le précipité blanchâtre, mais ce dernier en plus grande quantité. En répétant la même opération, on remarque que la quantité du précipité jaune se diminue de nouveau, tandis que celle du précipité blanchâtre s'augmente et en chauffant assez longtemps on peut transformer tout le corps jaune, c'est-à-dire le protochlorure d'Iridium ammoniacal, dans la matière blanchâtre.

Ce nouveau corps se cristallise très difficilement: il est insoluble dans l'eau froide et se décompose dans l'eau bouillante; après une ébullition prolongée on remarque que la matière blanchâtre se transforme dans le corps jaune et la liqueur prend une réaction alcaline On observe la même réaction, quand on soumet le corps blanchâtre à une chaleur modérée; il se dégage alors de l'ammoniaque pur et il reste un résidu jaune. En le mélangeant avec du carbonate de soude et portant le mélange au rouge, on reçoit

pour résidu du chlorure de sodium et du protoxyde d'Iridium. Il est donc évident, que le corps contient du chlore.

Ce corps blanchâtre soumis à l'analyse m'a donné les résultats suivants:

0,2753 grm. de substance, fondus avec du carbonate de soude, ont donné 0,1579 grm. d'Iridium, 0,2285 grm. de chlorure d'argent et 0,7585 grm. de chloro-platinate d'ammoniaque

0,4550 grm. de la même substance ont donné 0,2641 grm. d'Iridium, 0,3810 grm. de chlorure d'argent, et 1,3622 grm. de chloro-platinate d'ammoniaque.

D'où l'on tire la formule

$$IrClN_2H_6.$$

		Calculé	Trouvé	
			I	II
1 équiv. d'Iridium	1233,20	58,68	57,13	58,24
1 équiv. de chlore	443,20	20,09	20,53	20,71
2 équiv. d'ammoniaque	425,00	20,23	20,95	20,51
	2101,40	100,00	98,61	99,48

Dans cette combinaison, que l'on peut considérer comme le protochlorure d'Iridium biammoniacal, l'ammoniaque ne se dégage pas par les alcalis comme des sels ammoniacaux ordinaires; car les alcalis n'en dégagent aucune trace à froid, et le dégagement n'est que très faible lorsqu'on élève la température jusqu'à l'ébullition.

Action de l'acide sulfurique sur le protochlorure d'Iridium biammoniacal.

L'acide sulfurique se comporte de la même manière envers le protochlorure d'Iridium ammoniacal et biammoniacal. En traitant ce dernier avec de l'acide sulfurique d'une concentration moyenne, il se décompose avec dégagement d'acide chlorhydrique et on obtient un sel d'une nouvelle base sous la forme de prismes romboïdaux. On les sépare du liquide, les redissout dans l'eau, et obtient par quelques

cristallisations réitérées des cristaux parfaitement libres de chlore.

Ce sel est soluble dans l'eau bouillante, beaucoup moins dans l'eau froide et presque insoluble dans l'alcool ordinaire. Chauffé à la lampe sur une lame de platine, il se décompose brusquement avec déflagration. Il faut donc le mélanger avec une assez grande quantité de carbonate de soude afin de ne pas éprouver de perte dans le dosage d'Iridium et de l'acide sulfurique pendant la calcination.

0,4251 grm. de sel ont donné 0,2323 grm. d'Iridium, 0,2736 grm. de sulfate de baryte et 1,0364 grm. de chloroplatinate d'ammoniaque.

0,7763 grm. du même sel, ont donné 0,4248 grm. d'Iridium, et 0,5008 grm. de sulfate de baryte. En centièmes:

		Calculé	Trouvé	
			I	II
1 équiv. d'Iridium	1233,20	54,67	54,65	54,75
2 équiv. d'ammoniaque	425,00	18,76	18,74	—
1 équiv. d'acide sulfurique	500,00	22,14	22,11	22,17
1 équiv. d'oxygène	100,00	—	—	—
	2258,20			

D'où l'on tire la formule $IrON_2H_6$, SO_3.

En traitant une dissolution de ce sel par le nitrate de baryte, il se forme un précipité de sulfate de baryte et une dissolution jaunâtre qui contient le sel nitrique de la nouvelle base. La liqueur filtrée se cristallise aisément en belles aiguilles jaunâtres, composées d'après la formule ($IrON_2H_6$, NO_5). On peut aussi obtenir le même sel par la réaction directe de l'acide nitrique sur le protochlorure d'Iridium biammoniacal. En chauffant le mélange, ce dernier est promptement attaqué et bientôt on voit se former une quantité de petites aiguilles jaunâtres. Ces aiguilles lavées à l'alcohol et redissoutes dans l'eau bouillante, laissent, après une évaporation convenable, déposer un sel tout-à-fait pareil à celui obtenu du sel sulfurique à l'aide du nitrate de baryte.

Ce sel nitrique se dissout dans l'eau froide aussi facilement que dans l'eau bouillante, et il est presque insoluble dans l'alcool ordinaire; sous l'influence de la chaleur, il fuse et se décompose brusquement avec déflagration.

—

Les nouvelles combinaisons que j'ai fait connaître dans ce mémoire sont donc les suivantes:

1) Le protochlorure d'Iridium ammoniacal. Celui-ci donne naissance:

2) à la base ($IrONH_3$) par l'action de l'acide sulfurique.

3) à la base ($IrClN_2H_6O$) par l'action de l'acide nitrique.

4) au protochlorure d'Iridium biammoniacal par l'action de l'ammoniaque. Cette dernière combinaison enfin, traitée par l'acide sulfurique (ou même nitrique) produit

5) la base ($IrON_2H_6$).

(Tiré du *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 2.)

$\frac{13}{25}$ August 1852.

Bemerkungen über die Veränderungen, welche in der Daniel'schen Batterie vor sich gehen, während sie geschlossen bleibt; von N. TYRTOW.

Obgleich die Daniel'schen Batterien gleichmässiger wirken, als die Wollaston'schen, so verringert sich doch auch in ihnen die Kraft des Stromes nach Verlauf von 24 Stunden, und auch früher, um ein Bedeutendes. Da ich bemerkte, dass, an den bereits schwächer wirkenden Daniel'schen Elementen von den Zinkplatten sich ein Gas entwickelt, und zugleich die Oberflächen dieser Platten von einem grauen Niederschlage bedeckt werden, so wandte ich meine besondere Aufmerksamkeit auf diesen Niederschlag. Zu diesem Zweck benutzte ich zwei Daniel'sche Elemente; die gut amalgamirten Zinkplatten befanden sich in englischen, porösen Cylindern, umgeben von einer schwachen Lösung chemisch reiner Schwefelsäure; die Kupfergefässe enthielten eine concentrirte Lösung reinen Kupfervitriols; in die Kette war ein einfaches Galvanoscop eingeschaltet, und so blieb der Apparat in geschlossenem Zustande zwei mal 24 Stunden sich selbst überlassen. Anfangs fand keine Gasbildung an der Zinkfläche statt; nach und nach begannen sich Bläschen abzulösen, und zwar, wie es sich später erwies, in grösster Anzahl an derjenigen Zinkplatte, deren Oberfläche mehr als die andere von einem Niederschlage bedeckt war. Nach Verlauf von zwei mal 24 Stunden ward

der Niederschlag eingesammelt und in reinem Wasser ausgewaschen. Eine qualitative Analyse überzeugte mich, dass derselbe aus Quecksilber, Kupfer, Zink und einer unbedeutenden Menge von Blei, Zinn und Kohle bestand (welche drei letzteren, wie ich bei einer vorhergehenden Analyse fand, in den Platten des verkäuflichen Zink enthalten waren).

Die Bildung dieses Niederschlages ist dem Durchsickern des Kupfervitriols durch die Thonwand zum Zink hin zuzuschreiben, in einer dem Strome innerhalb der Elemente entgegengesetzten Richtung. Auf diese Weise entsteht in dem Daniel'schen Element, bei der Berührung der Kupfervitriollösung (CuO, SO_3) mit dem amalgamirten Zink, die Ausscheidung des Kupfers, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine amalgamirte Zinkplatte in eine schwache Lösung von Kupfervitriol senkt. (Siehe 6).

In Folge dessen schloss ich: *a*) dass sich innerhalb eines Elements auf der Zinkplatte, zwischen reducirtem Kupfer und Zink, oder besser Zinkamalgama, partielle Strömungen bilden müssen, und: *b*) dass das vom Zink aufsteigende Gas Wasserstoffgas ist, erzeugt durch Wirkung dieser partiellen Strömungen. Um mich zu überzeugen, dass das Gas wirklich Wasserstoffgas war, brachte ich eine gut amalgamirte Zinkplatte in eine vollkommen mit schwacher Schwefelsäure gefüllte Röhre, nachdem ich ein geringes Quantum von Kupfervitriollösung hinzugefügt hatte, so dass die Mischung eine schwache blaue Färbung zeigte. Diese Röhre senkte ich mit dem offenen Ende in eine pneumatische Wanne, die dieselbe Mischung enthielt, und zwar so, dass das Zink innerhalb der Röhre blieb. Nach Verlauf ungefähr 1 Stunde füllte sich die Röhre mit einem Gas, welches sich nach der Untersuchung wirklich als Wasserstoffgas auswies, während auf der Zinkplatte ein Niederschlag sichtbar wurde, ganz von derselben qualitativen Beschaffenheit, wie auf dem Zink innerhalb des Daniel'schen Elementes.

Da das quantitative Verhältniss der Bestandtheile des grauen Niederschlages offenbar in jedem einzelnen Falle ein verschiedenes ist, weil das Quantum des Kupfers davon abhängt, wie viel die mehr oder weniger poröse Thonwand

von dem Kupfervitriol durchlässt, so unterwarf ich den gewonnenen Niederschlag keiner quantitativen Analyse. In dem gesammelten nassen Niederschlage dauert die Ausscheidung des Wasserstoffgases in Folge der oben erwähnten partiellen Ströme noch am Zink fort; denn wenn man den Niederschlag mit frischer, schwacher Schwefelsäure begiesst, vermehrt sich die Ausscheidung des Wasserstoffgases, so dass man auf diese Weise dem Niederschlage alles Zink entziehen kann. Dieses Alles weist darauf hin, dass in dem feuchten Niederschlage zwischen dem amalgamirten Zink, der Schwefelsäure und dem ausgeschiedenen Kupfer galvanische Wirkungen stattfinden, wofür der Beweis unten folgen wird (Siehe 6). Lässt man aber den feuchten Niederschlag in derselben Gestalt, wie er sich von der Zinkplatte ablöst, so geht die Absonderung des Wasserstoffgases weiter fort, obgleich schwächer, weil die Gasbläschen in Folge der Adhäsion in der Masse haften bleiben; man braucht nur den Niederschlag mit einem gläsernen Stäbchen umzurühren, um die Gasabsonderung zu beschleunigen. Wenn man dagegen den Niederschlag so lange mit Wasser durchwäscht, bis alle Schwefelsäure entfernt wird, so hört die Gasabsonderung auf; dieses bestätigt seinerseits wiederum die Annahme der partiellen Strömungen, von denen wir sprachen.

Die angestellten Beobachtungen nun führten mich zu folgenden Resultaten:

1) In einer fortwährend geschlossenen Daniel'schen Kette findet ein Austausch von Flüssigkeiten ($CuSO_4$ und SO_3HO) durch die Thonwandungen des Gefässes statt, in Folge dessen das Kupfervitriol mit dem amalgamirten Zink in Berührung kommt und die Ursache der Bildung des grauen Niederschlages wird, durch welchen eben der Uebergang des Kupfervitriols zum Zink bestätigt wird. Von dem Uebergange des Zinkvitriols überzeugte ich mich dadurch, dass ich die Anwesenheit desselben später im Kupfervitriol auffand, während doch zum Experiment Kupfervitriol benutzt wurde, welches kein Zink enthielt.

2) Die Fällung des Kupfers aus dem Kupfervitriol, durch das amalgamirte Zink, ist die Ursche einer Auflösung des Zin-

kes, unabhängig vom Strom der Elemente, und in Folge dessen, der Ausscheidung des Wasserstoffgases an der Zinkplatte.

3) Nach Bildung des Kupfer-Niederschlages bringt das sich an der Oberfläche der Zinkplatte bildende Wasserstoffgas eine Polarisation hervor, in Folge deren der Strom geschwächt wird.

4) Das Schwächerwerden des Stromes in einer geschlossenen Daniel'schen Kette rührt nicht allein von der verminderten Concentration der Kupfervitriollösung in dem Kupfergefäss, und der Verwandlung der Schwefelsäure in Zinkvitriol innerhalb des Thongefäses her, sondern es influirt noch, wie ich es mir vorstelle, auf die Stärke des Stromes die grössere oder geringere Porosität der Thonwandungen, in sofern sie einerseits den Uebergang des Kupfervitriols zum Zink, von welchem die obenerwähnte Polarisation abhängt, andrerseits den Uebergang des Zinkvitriols zum Kupfer, wodurch die Oberfläche desselben nach und nach mit Zink bedeckt wird, bedingt; von der Wirklichkeit des Ueberganges des Zinkvitriols zum Kupfer überzeugte ich mich durch ein Experiment. In den Fällen, wenn die poröse Wandung die Vermischung der Kupfervitriollösung mit der schwachen Schwefelsäure nur langsam geschehen lässt, muss man die Hauptursache der Schwächung des Stromes dem Umstande zuschreiben, dass die Vitriollösung aus einer gesättigten nach und nach eine nichtgesättigte wird, bis sich zuletzt das Zink aus der Zinkvitriollösung, die durch die poröse Wendung ins Kupfergefäss dringt, an der Oberfläche des Kupfers niederschlägt. Hingegen in dem Falle, wenn die poröse Zwischenwand der Vermengung der Lösungen nur schwach widersteht, ist der Grund der Schwächung des Stromes der oben erwähnten Polarisation zuzuschreiben.

5) Nach Entfernung der Bläschen des Wasserstoffgases von der Oberfläche der Zinkplatte (auf machanischem Wege) wird die Stärke des Stromes, in Folge der verminderten Polarisation, erhöht. Ich überzeugte mich davon durch ein specielles Experiment: nachdem ich zwei Daniel'sche Elemente mit einem einfachen Galvanoscop vereinigt hatte, be-

obachtete ich den Ablenkungswinkel der Nadel gleich 33°; nach Verlauf einiger Stunden, nachdem sich ein bedeutender Niederschlag auf der Zinkplatte gebildet hatte, fand ich den Ablenkungswinkel = 10°, worauf ich während einiger Sekunden abwechselnd die Zinkplatten in die porösen Gefässe eintauchte und wieder herausnahm, gleichsam dieselben von dem Wasserstoffgas reinwaschend; nach endlichem Versenken der Platten in die Gefässe und wiederhergestellten Kette, zeigte die Nadel des Galvanoscop auf 30°, d. h. fast denselben Winkel, wie am Anfange der Thätigkeit der Kette.

6) Die Meinung De la Rive's, dass das Quecksilber bei der Amalgamirung des Zinks die Oberfläche desselben gleichförmig mache, und dadurch die Möglichkeit einer Zinkauflösung, ohne Einwirkung des Stromes, verhindere, kann man für richtig annehmen, auch wenn das Zink ausser der Kohle noch andere Metalle enthält. Davon überzeugte ich mich durch ein einfaches Experiment, indem ich in die Zinkplatte ein Stückchen Kupfer einfügte, die ganze Oberfläche amalgamirte und eine solche Zinkplatte in ein Gefäss mit schwacher Schwefelsäure senkte, wobei ich keine Entwickelung von Wasserstoffgas bemerkte; während, wenn die Platte nicht amalgamirt war und sich in einer Säure gleicher Stärke befand, das Gas sich besonders stark an den Stellen entwickelte, wo das Kupfer eingefügt war. Aehnliche Experimente stellte ich mit Zinn und Blei an, die sich gewöhnlich im verkäuflichen Zink vorfinden, mit denselben Resultaten. Auf diese Experimente fussend, muss man annehmen, dass nicht alles sich ausscheidende Kupfer in dem obenbeschriebenen Niederschlage ein Amalgama bildet, sondern dass sich ein gewisser Theil desselben durch die Wirkung des Zinks in metallischer oder theilweise oxydirter Gestalt niederschlägt. Dieses kann man sich folgendermaassen vorstellen: das amalgamirte Zink wirkt auf das Kupfervitriol, welches mit der Zinkplatte in Berührung kommt; dadurch tritt das Zink an Stelle des Kupfers, und geht in die Lösung über, wogegen das Kupfer an seiner Statt eintritt und mit dem Quecksilber ein Amalgama von grauer Farbe bildet, da dieses nun ent-

standene Amalgama auf der Oberfläche des Zinks eine lockere, poröse, leicht von derselben sich ablösenden Schicht bildet, so entblösst sich die Zinkplatte an einzelnen Stellen von dem Amalgama, und da es mit der Lösung des Kupfervitriols in Berührung kommt, scheidet es das Kupfer aus derselben, das sich nun nicht mehr in amalgamirter Form findet. In demselben Maasse, wie sich die Quantität des Kupferamalgamas mehrt, entblösst sich die Zinkplatte immer mehr, und zugleich vergrössert sich die Anzahl der Berührungspunkte mit dem Kupfervitriol, mithin das Quantum des sich ausscheidenden Kupfers und wächst zugleich die Absonderung des Wasserstoffgases, was ich auch wirklich im Experiment beobachtete. Es ist augenscheinlich, dass sich desto mehr Kupfer ausscheiden wird, je grösser die Menge des Kupfervitriols ist, das mit dem Zink in Berührung kommt; dieses wird durch folgende Beobachtungen bewiesen: Wenn man in eine Mischung von schwacher Schwefelsäure und Kupfervitriol eine amalgamirte Zinkplatte senkt, so nimmt der sich bildende Niederschlag eine roth-braune Farbe an, und, je mehr von dem Kupfervitriol in der Lösung enthalten ist, um desto röther wird die Farbe dieses Niederschlages; ja das Kupfer schlägt sich sogar manchmal in Form von Blättern, mit dem ihm eigenen metallischen Glanz, auf der innern Seite des Glasgefässes, in welchem das Experiment angestellt wird, nieder. In diesem letzteren Falle erscheint das Kupfer unzweifelhaft in metallischer Gestalt.

7) Den chemischen Prozess hinsichtlich der Einwirkung des Sauerstoffs auf das Zink der Daniel'schen Batterie muss man sich der Art vorstellen, dass sich der Sauerstoff mit dem Zink des Amalgama verbindet, wodurch das Quecksilber, frei werdend, die folgende Schicht Zink amalgamirt, u. s. w. auf solche Weise die übrigen Metalle, die im Zink enthalten sind, deckend, mit denen es Amalgame bilden kann.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XI. No. 4.*)

MÉLANGES

PHYSIQUES ET CHIMIQUES

TIRÉS DU

BULLETIN PHYSICO-MATHÉMATIQUE

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

ST.-PÉTERSBOURG.

Tome I.

5me LIVRAISON.

Avec 5 planches.

(Prix: 60 Cop. arg. — 20 Ngr.)

St.-Pétersbourg,
de l'Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
1853.

Se vend chez MM. *Eggers* et *Comp.*, libraires, Commissionnaires de l'Académie, Perspective de Nevsky, No. 1/10, et à Leizig, chez M. *Léopold Voss.*

CONTENU.

Page.

Heinrich Struve. Ueber die Benutzung des molybdänsauren Ammoniumoxyds bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen zur Entdeckung von Arsenik 417

G. v. Helmersen. Notiz über die Brachiopoden-Genera *Aulogestes* und *Strophalosia*. 423

M. Talysin. Untersuchungen über die Fluth und Ebbe im weissen Meere. (Mit 2 Tafeln.) 425

Dr. A. Saweljew. Untersuchungen über den galvanischen Leitungswiderstand der Flüssigkeiten in einigen besondern Fällen. 437

G. v. Helmersen. Ueber ein in der Nähe von Moskau angelegtes Bohrloch zum Auffinden von Steinkohlen-Lagern 450

Carl Mann. Ueber die Darstellung der Collodiumwolle 453

Lapschine. Les vents qui soufflent à Kharkov suivent-ils la loi découverte par M. Dove? (Avec 2 planches.) 464

C. v. Ditmar. Ueber die Eismulden im östlichen Sibirien. (Haxumm der Sibirischen Russen.) Nebst einem Zusatz von A. Th. von Middendorff 480

C. v. Meerklin. Verzeichniss aller in Russland bis jetzt (November 1852) aufgefundener beschriebener, unbeschriebener oder zweifelhafter fossiler Pflanzen 497

C. Kuhn. Ueber die fixen Linien im Spectrum des Sonnenlichtes. (Mit einer Figuren-Tafel.) 505

$\frac{5}{17}$ November 1852.

Ueber die Benutzung des molybdänsauren Ammoniumoxyds bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen zur Entdeckung von Arsenik; von HEINRICH STRUVE.

Das molybdänsaure Ammoniumoxyd wurde im Jahre 1848 von Svanberg und mir als Reagens auf Phosphorsäure vorgeschlagen, wozu es auch jetzt allgemein gebraucht wird. Bald nachher zeigte Heinrich Rose, dass sich die Arseniksäure ähnlich wie die Phosphorsäure zum molybdänsauren Ammoniumoxyd verhalte, ohne aber näher die Umstände zur Anwendung dieses Reagens zu bezeichnen. Dieses veranlasste mich im Anfange vergangenen Jahres hierüber einige Versuche auszuführen, die ich der hiesigen mineralogischen Gesellschaft vorlegte und aus welchen ich folgerte, dass das molybdänsaure Ammoniumoxyd die Gegenwart der Arseniksäure nur bei Anwendung von Salpetersäure, und nicht von Salzsäure anzeige, ohne aber ferner auf die praktische Benutzung dieses Erkennungsmittels einzugehen.

Diesen Gegenstand nahm ich wieder auf, als im Herbst des verflossenen Jahres der Herr Akademiker Fritzsche, während seiner Reise ins Ausland, mir die Ausführung der gerichtlich-chemischen Untersuchungen beim Medicinal-Departement anvertraute und übergab. Bei diesen Arbeiten hatte ich oft die Gelegenheit, verschiedene Niederschläge, die

dem Departement eingeschickt waren, auf einen Gehalt an Arsenik zu prüfen und fand bei diesen Untersuchungen in dem molybdänsauren Ammoniumoxyd ein höchst empfindliches Reagens, um Spuren von Arsenik in irgend welcher Verbindung zu entdecken.

Hierauf gestützt, schlage ich jetzt das molybdänsaure Ammoniumoxyd als Reagens vor, das bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen oft mit Vortheil benutzt werden kann, theils um Flecke, die mit Hülfe des Marsh'schen Apparats erhalten waren, als von Arsenik herstammend zu erkennen, und theils um, wenn in irgend einer Substanz Arsenik vorhanden und nachgewiesen werden soll, dasselbe mit Leichtigkeit als solche Verbindung auszuscheiden, die nachher im Marsh'schen Apparate geprüft werden kann.

Die Erscheinungen bei dieser Reaction beruhen auf das eigenthümliche Verhalten einer Lösung von Arseniksäure zu einem grossen Ueberschuss einer Lösung von molybdänsaurem Ammoniumoxyd in Salpetersäure unter Einwirkung von Wärme. Hierbei scheidet sich ebenso wie bei der Phosphorsäure, nur dass bei dieser ein Erwärmen der Lösung nicht erforderlich ist, ein gelber Niederschlag in schön ausgebildeten Dodicaedern, wie man mit Hülfe eines Mikroscopes erkennen kann, aus, der in Säuren und verschiedenen salzhaltigen Lösungen unlöslich ist. Concentrirte Schwefelsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur ohne Einwirkung auf diese Verbindung, in der Wärme löst sie sich aber vollständig zu einer farblosen Flüssigkeit auf, aus der nach dem Verdünnen mit Wasser nichts niederfällt.

Dieser Niederschlag bildet eine Verbindung von fünffach molybdänsaurem Ammoniumoxyd, in welchem gegen 7 % Arseniksäure vorhanden sind.

Erhitzt man dieses Salz nach dem Trocknen in einer unten zugeschmolzenen dünnen Glasröhre, so zersetzt es sich unter Entwickelung von Wasser und Ammoniak, während arsenige Säure sublimirt und Molybdänoxyd nachbleibt. Hat man die Verbindung vorher mit wenig Kohle gemengt, so sublimirt metallisches Arsenik, wodurch in dieser Substanz mit Leichtigkeit die Gegenwart des Arseniks gezeigt werden kann.

Bringt man das gelbe Salz mit Zink, Schwefelsäure und Wasser in einem Gasentbindungs-Apparate zusammen, so entwickelt sich erst nach längerer Zeit Arsenikwasserstoffgas, indem sich die Verbindung theils durch ihren ganz unlöslichen Zustand in verdünnten Säuren der Einwirkung des Zinks entzieht, theils weil erst die Molybdänsäure zu Oxyd reducirt werden muss.

In einem Versuche, den ich hierüber anstellte, traten Spuren von Arsenikwasserstoffgas erst $^1/_4$-Stunde nach dem Hinzufügen der gelben Verbindung auf, bis dahin nur reines Wasserstoffgas.

Damit die Bildung und Entwickelung von Arsenikwasserstoffgas augenblicklich eintritt, hat man nur nöthig durch irgend ein Mittel die Verbindung des arsen-molybdänsauren Ammoniumoxyds aufzuheben. Dieses geschieht durch irgend ein Alkali, am besten Ammoniak, oder durch Kochen mit concentrirter Schwefelsäure.

Die Anwendung dieses Erkennungsmittels für Arsenik besteht in Folgendem:

Gesetzt man hätte vermittelst des Marsh'schen Apparates in einer Glasröhre oder auf einer Porzellanplatte die so bekannten Flecke erhalten und solle nun entscheiden, ob sie von Arsenik herstammen oder nicht.

In dieser Absicht löse man den Fleck in der Wärme in einer geringen Quantität concentrirter Salpetersäure auf, gebe die Lösung mit einigen Tropfen Wasser in ein Probiergläschen, setze darauf einen grossen Ueberschuss der Lösung von molybdänsaurem Ammoniumoxyd in Salpetersäure hinzu und erhitze das Gläschen bis zum Kochen. War nun der Fleck durch Arsenik hervorgebracht, so bildet sich entweder augenblicklich oder, wenn der zu prüfende Fleck sehr gering war, nach einiger Zeit der Ruhe ein gelber Niederschlag, der die Gegenwart des Arseniks aufs Unzweideutigste anzeigt. Das Erscheinen der Reaction wird bedeutend beschleunigt, wenn man das Probiergläschen mit dem Inhalte auf der Sandcapelle längere Zeit der Wärme aussetzt, indem hier, durch die fortgesetzte Einwirkung der Wärme, das hervorgebracht wird, was im anderen Falle die Zeit thut. Diese Methode, die Ge-

genwart des Arseniks nach seiner Oxydation zu Arseniksäure nachzuweisen, ist so empfindlich, dass man in Lösungen, die die nicht mehr als $^1/_{30000}$ Arseniksäure enthalten, einen ganz deutlichen Niederschlag nach einiger Zeit der Ruhe erhält. In Lösungen, die $^1/_{60000}$ Arseniksäure enthalten, trat die Reaction nicht mehr ein.

Hat man andere Metalle auf einen Gehalt an Arsenik zu prüfen, bei welchen die Reaction mit dem Löthrohre nicht in Anwendung gebracht werden kann, so lässt sich in solchen Fällen das molybdänsaure Ammoniumoxyd mit Vortheil benutzen. So vorzüglich, wenn es sich darum handelt, Antimon oder Zink zu prüfen auf Verunreinigungen durch Arsenik. Man hat man in diesen Fällen nur nöthig, eine kleine Quantität des zu untersuchenden Metalls mit concentrirter Salpetersäure zu oxydiren, das gebildete Oxyd auf einem Filter zu sammeln und das Filtrat zu prüfen.

Um die Schärfe dieser Probe zu untersuchen, versetzte ich reines Zinn mit $^1/_{10}$ Procent Arsenik. Von dieser Legirung behandelte ich zwei Grammen in einer Porcellanschale mit concentrirter Salpetersäure, bis alles Zinn zum Oxyd verwandelt war, und filtrirte die Lösung ab. Von diesem klaren Filtrat setzte ich einen Theil zu einer Lösung vom Molybdänsalz in Salpetersäure und nach dem Erhitzen trat die Reaction ein.

Die Gegenwart anderer Metalle können diese Reaction nicht hindern, da sie alle mit Salpetersäure lösliche Verbindungen geben.

Auf dieses hier auseinandergesetzte Verhalten der Arseniksäure zum molybdänsauren Ammoniumoxyd stützt sich die Methode, deren Anwendung ich bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen vorschlage, wenn es sich darum handelt, aus irgend welchen Lösungen oder Substanzen das Arsenik in einer solchen Verbindung auszuscheiden, die nachher im Marsh'schen Apparate geprüft werden kann, und wodurch man einer jeden ferneren Prüfung des erhaltenen Metallspiegels überhoben ist.

Der gewöhnliche Gang bei dergleichen Untersuchungen besteht in folgenden Operationen, die ich der Reihe nach in al-

ler Kürze aufzähle. Im Zerstören der organischen Substanz durch Kochen mit chlorsaurem Kali und Salzsäure, Abdampfen der Lösung, um den grossen Ueberschuss an Säure zu vertreiben, im Filtriren und in Behandlung der Lösung mit schwefliger Säure, um die bei der Oxydation hervorgebrachte Arseniksäure zu arseniger Säure zu reduciren, Hindurchleiten von Schwefelwasserstoffgas, Sammeln des gebildeten Niederschlages auf einem Filter, Oxydation desselben, Prüfung dieser Lösung im Marsh'schen Apparate und zuletzt noch in der Prüfung des erhaltenen Metallspiegels.

Durch die Anwendung des molybdänsauren Ammoniumoxyds verändert sich der Gang in Folgenden:

Die auf Arsenik zu prüfende Substanz wird in einem Glaskolben mit chlorsaurem Kali und Salzsäure so lange behandelt, bis der grösste Theil der organischen Substanzen zerstört worden ist und die Lösung eine hellbraune Farbe angenommen hat. Darauf wird der Inhalt des Kolbens in einer Porzellanschale eingedampft, um die überschüssige Säure zu vertreiben, dann in Wasser gelöst und filtrirt. Die klare Lösung dampft man mit allen Waschwassern auf ein geringeres Volum ein und setzt nach dem Erkalten eine Lösung von molybdänsaurem Ammoniumoxyd in Salpetersäure im Ueberschuss hinzu, wodurch sich augenblicklich ein gelber Niederschlag ausscheidet. Wird durch einen neuen Zusatz des Fällungsmittels nichts ausgeschieden, so sammelt man den Niederschlag auf einem Filter, wäscht ihn mit Salpetersäure haltigem Wasser aus und bezeichnet ihn mit dem Buchstaben *A*. Das Filtrat mit den Waschwassern stellt man auf die Sandcapelle, so dass die Lösung bis zum Sieden erhitzt wird und lässt sie darauf einige Zeit in der Wärme stehen. Durch die Einwirkung der Wärme scheidet sich bald von Neuem ein gelber Niederschlag aus, den man nach einiger Zeit, wenn er nicht mehr zuzunehmen scheint, ebenso wie den Niederschlag *A* sammelt und mit *B* bezeichnet.

Der Niederschlag *A*, der bei gewöhnlicher Temperatur sich ausgeschieden hat, besteht aus dem phosphor-molybdänsauren Ammoniumoxyd und enthält, wenn bei dem Zusetzen des Fällungsmittels jede Erwärmung der Lösung vermieden

worden war, keine Spur von arsen-molybdänsaurem Ammoniumoxyd. Die zur Hervorbringung dieses Niederschlages erforderliche Phosphorsäure stammte aus der organischen Substanz her, in der der Phosphor theils schon als Phosphorsäure, theils in den phosphorhaltigen Proteinverbindungen vorhanden ist.

Ist man nicht sicher, beim Zusatz des Fällungsmittels eine jede Erwärmung der Flüssigkeit vermieden zu haben, so ist es möglich, dass sich kleine Antheile von Arseniksäure in diesem Niederschlage *A* befinden, und dann ist eine Prüfung dieses Salzes im Marsh'schen Apparate durchaus nöthig.

Der Niederschlag *B*, erzeugt in der Wärme, besteht theils aus kleinen Antheilen von phosphor-molybdänsaurem Ammoniumoxyd, da sich diese Verbindung vollständig erst nach gelinder Erwärmung der Lösung ausscheidet, zum grössten Theil aber, wenn Arsenik in der zu untersuchenden Substanz vorhanden war, aus arsen-molybdänsaurem Ammoniumoxyd. Ein Theil dieses Niederschlages wird deswegen, nachdem er in Ammoniak aufgelöst war, im Marsh'schen Apparate geprüft. War die Substanz durch Arsenik vergiftet, so befindet es sich gewiss in dem Niederschlage *B* und giebt sich durch die Flecke im Marsh'schen Apparat zu erkennen, die dann von nichts anderem herstammen können.

Als Beleg für die Anwendbarkeit gebe ich folgenden Versuch an:

Ein Hühnerei, das 45 Grm. wog, wurde nach dem Zerschlagen und Zerkleinern der äusseren Schale in einem Kolben mit 0,01 Grm. arseniger Säure vergiftet und nach der eben beschriebenen Methode bearbeitet. Im Niederschlage *A* konnte ich keine Spur von Arsenik nachweisen, dagegen aber im Niederschlage *B* mit der grössten Leichtigkeit. Die ganze Arbeit erforderte vom ersten Anfange bis zum Ende nicht mehr als 20 Stunden.

(Aus dem *Bullet. phys.-mathém. T. XI. No.* 9.)

$\frac{5}{17}$ November 1852.

Notiz über die Brachiopoden-Genera Aulosteges und Strophalosia. Von G. v. Helmersen.

Im Jahre 1847 legte ich der Akademie die Beschreibung eines fossilen Brachiopoden vor, den ich seiner Gattung nach als neu erkannt und *Aulosteges variabilis* benannt hatte. Die Beschreibung desselben wurde im VI. Bande des *Bulletin de la Classe physico-mathématique* abgedruckt; die Exemplare, welche ich derselben zum Grunde legte, waren in dem Berge Grebeni, 18 Werst von der Stadt Orenburg; in Kalksteinschichten gefunden worden, die zur Permischen Formationsreihe gehören. An demselben Orte hatte Hr. Kokscharow den Steinkern einer Muschel gefunden, welcher von Graf Keiserling und Hrn. v. Verneuil in dem 2ten Bande der *Geology of Russia in Europa pag.* 194 beschrieben und *Tab. XI. Fig.* 5 abgebildet wurde unter dem Namen *Orthis Wangenheimi*. Die Aehnlichkeit dieses Steinkerns mit dem erwähnten *Aulosteges variabilis*, von welchem ich viele wohlerhaltene, vollständig mit der Schale versehene Exemplare besitze, war mir zwar nicht entgangen, ich hatte ihrer aber nicht erwähnt, weil die Abbildung eines einzelnen Steinkerns mir kein hinreichendes Material zu einer genügenden Vergleichung mit *Aulosteges* bot. Es hätte indessen wohl erwähnt zu werden verdient, dass Graf Keiserling und Hr. v. Verneuil in der Beschreibung jener *Orthis*-Art von einer Granulation auf der

Area sprechen und dass die Fig. 5^b Taf. XI eine ähnliche Beschaffenheit der gewölbten Schale der Muschel anzeigt. Nachdem Graf Keiserling von meiner Beschreibung Kenntniss genommen, machte er mich brieflich auf diese Umstände aufmerksam und die Identität der *Orthis Wangenheimi* mit dem *Aulosteges variabilis* erkennend, forderte er mich auf, den früheren Namen der *Species* beizubehalten. Allein in dem zweiten Bande von Alexander Schrenks: »Reise nach dem Nordosten d. Europ. Russlands«, in welchem Graf Keiserling »Paleontologische Bemerkungen zu den von Schrenk gesammelten Versteinerungen« veröffentlicht hat, ergreift er an der passenden Stelle die Gelegenheit darzuthun, dass auch das *Genus Aulosteges* kein neues, sondern identisch sei mit dem bereits viel früher von King in England aufgestellten *Genus Strophalosia*, wonach also die von mir beschriebene Muschel *Strophalosia Wangenheimi* zu nennen gewesen wäre. Da ich dieser Aenderung nicht unbedingt beistimmen konnte, so schickte ich zuerst Hrn. King und später Hrn. Davidson, auf dessen Bitte, wohlerhaltene Exemplare von *Aulosteges*, mit dem Ersuchen, sie mit *Strophalosia* zu vergleichen und dann über die Identität der beiden Muscheln zu entscheiden. Hr. King war anfangs geneigt, seine *Strophalosia* in dem *Aulosteges* wiederzufinden, allein eine genauere Prüfung veranlasste später sowohl ihn als Hrn Davidson, das *Genus Aulosteges* als ein von *Strophalosia* verschiedenes anzuerkennen, worauf ich in meiner Beschreibung bereits hingewiesen hatte. In einem Briefe vom 27. Mai 1852 spricht sich Herr Davidson mit folgenden Worten gegen mich aus:

»M. King admet maintenant que Votre genre *Aulosteges* n'est pas son *Strophalosia*, comme il le supposait; quant à moi, je l'ai toujours considéré comme *distinct*.«

Diesen Ausspruch halte ich für entscheidend, nehme aber auch gern Graf Keiserlings Vorschlag in Bezug auf den Namen der *Species* an und nenne somit die von mir beschriebene Art *Aulosteges Wangenheimi*.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 9.)

$\frac{16}{28}$ Januar 1852.

Untersuchungen über die Fluth und Ebbe im Weissen Meere; von M. TALYSIN.

Zweite Abhandlung.

Ueber das Gesetz des Steigens und Fallens des Wassers während der Fluth und Ebbe in dem Flusse Kuja. (Extrait.)

(Mit zwei Tafeln.)

Um das Gesetz der Oscillation des Wassers während der Fluth und Ebbe zu bestimmen, bediente ich mich der folgenden Methode. Die Periode der Ebbe und Fluth, — d. h. das Interval zwischen zwei auf einander folgenden Hochwassern, — wurde in 12 gleiche Theile getheilt, und für jeden derselben wurde die Höhe des Wassers aus den graphisch verzeichneten Beobachtungen des Hypsalolgraphen bestimmt; dann wurden die Differenzen zwischen jeder dieser Höhen und der des Niedrigwassers genommen. Diese Differenzen bestimmen die Höhen der 12 Phasen der Ebbe und Fluth, welche von einander um 30^0 abstehen. Die auf solche Weise erhaltenen Zahlen wurden nach den ihnen entsprechenden Culminationszeiten des Mondes ebenso in Gruppen vertheilt, wie in der vorhergehenden Abhandlung die Höhen der Fluth. Die Mittel aus den Zahlen einer jeden Gruppe sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Phasen der Ebbe und Fluth.

Wahr. Greenw. Z. d. Monds-Culm.	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.
1^h 0^m	3 5,1	2 11,3	2 2,2	1 3,7	0 6,6	0 0,8	0 2,5	1 0,1	1 7,4	1 8,8	2 0,2	2 10,1	3 4,8
2 2	3 5,6	2 11,5	2 2,2	1 3,5	0 6,4	0 0,8	0 2,6	1 0,1	1 7,5	1 9,0	2 0,6	2 10,7	3 5,9
3 1	3 4,6	2 10,9	2 1.9	1 3.4	0 6,6	0 0,9	0 2,3	0 11,3	1 6,5	1 8,2	1 11,6	2 9,5	3 4,3
3 59	3 2,7	2 9,2	2 0,5	1 2,7	0 6,5	0 1,0	0 2.0	0 10,2	1 4,9	1 7,0	1 10,6	2 7,6	3 1,5
5 1	2 10,7	2 6,1	1 10,3	1 1,8	0 6,5	0 1,1	0 1,5	0 8,2	1 2,6	1 5,2	1 9,1	2 5,0	2 10,0
6 0	2 7,4	2 3,4	1 8,6	1 1.1	0 6,4	0 1,2	0 1,2	0 7,0	1 0,9	1 4,1	1 8,2	2 3,1	2 7,2
7 0	2 4,7	2 1,4	1 7,6	1 1,0	0 6,6	0 1,4	0 0,9	0 5.8	0 11,6	1 2,9	1 6,5	2 0,3	2 3,4
8 2	2 3,5	2 0,7	1 7,3	1 0,8	0 6.4	0 1,3	0 0,9	0 6,0	0 11,7	1 3,0	1 6,7	2 0,8	2 4,2
9 0	2 5,8	2 2,6	1 8,7	1 1,7	0 6,8	0 1,3	0 0,9	0 6,6	1 0,6	1 4,0	1 7,8	2 2.2	2 5,9
10 0	2 8,8	2 4.9	1 10,1	1 2,3	0 6,7	0 1,1	0 1,3	0 8,3	1 3,0	1 6,1	1 10,0	2 5,4	2 10,0
11 0	3 0,0	2 7,6	1 11,9	1 3,1	0 6,9	0 1,1	0 1,9	0 9,8	1 5,1	1 7,5	1 11,4	2 7,9	3 1,5
11 59	3 3,5	2 10,3	2 1,6	1 3,6	0 6,9	0 1,0	0 2,1	0 11,5	1 7,1	1 9,0	2 0,5	2 10,1	3 4,6

(II)

Hierauf wurde die grösste Höhe der Fluth zur Einheit genommen und die Höhen, die andern Phasen entsprechen, wurden in dieser Einheit ausgedrückt. Da aber die Höhe für die Phase 0° nicht genau gleich der Höhe für die Phase 360° ist (was vom Einflusse der halbmonatlichen Ungleichheit herrührt), so wurde für die Phasen der Ebbe (d. i. für die Phasen von 0° bis 150° einschliesslich) die Höhe der Phase 0° als Einheit angenommen, für die Phasen aber der Fluth (d. i. von 180° bis 360°) die Höhe der Phase 360°. Die auf solche Weise erhaltenen Zahlen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Wahr. Greenw. Z. d. Monds-Culm.		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°	Die Höhe der Fluth. F.	Z.
1h	0m	1	0,858	0,638	0,381	0,162	0,019	0,060	0,297	0,475	0,510	0,593	0,836	1	3	5,0
2	2	1	0,856	0,631	0,373	0,154	0,019	0,063	0,289	0,465	0,502	0,587	0,830	1	3	5,7
3	1	1	0,859	0,638	0,380	0,163	0,023	0,057	0,279	0,459	0,500	0,586	0,830	1	3	4,45
3	59	1	0,858	0,633	0,380	0,168	0,025	0,053	0,271	0,451	0,507	0,604	0,842	1	3	2,1
5	1	1	0,865	0,641	0,399	0,187	0,032	0,045	0,240	0,429	0,506	0,620	0,852	1	3	10,4
6	0	1	0,869	0,655	0,116	0,203	0,038	0,038	0,225	0,413	0,515	0,645	0,869	1	2	7,3
7	0	1	0,884	0,683	0,452	0,231	0,048	0,032	0,210	0,421	0,542	0,676	0,886	1	2	4,0
8	2	1	0,893	0,700	0,467	0,233	0,047	0 030	0,213	0,415	0,532	0,665	0,879	1	2	3,9
9	0	1	0,893	0,694	0,461	0,228	0,043	0,031	0,223	0,425	0,536	0,664	0,877	1	2	5,8
10	0	1	0,882	0,675	0,436	0.205	0,033	0,039	0,243	0,440	0,531	0,648	0,865	1	2	9,4
11	0	1	0,877	0,663	0,418	0,191	0,030	0.050	0,263	0,457	0,519	0,625	0,851	1	3	0,7
11	59	1	0,867	0,649	0,395	0,174	0,026	0,053	0,288	0,469	0,515	0.602	0,840	1	3	4,1

(III)

In der letzten Columne dieser Tabelle sind die mittleren Höhen der Fluth enthalten, welche jeder Stunde der Monds-Culmination entsprechen. Diese Höhen sind ein wenig von denen verschieden, die in der ersten Abhandlung abgeleitet wurden, was davon herrührt, dass die Zahlen in der ersten Abhandlung die Mittel aus den Höhen sind, welche irgend einer Zeit der Monds-Culmination entsprechen, dagegen die Zahlen der vorhergehenden Tabelle (II) die Mittel aus allen Höhen der Phasen 0^0 und 360^0 sind; aber die Phase 360^0 ist nicht immer zwischen denselben Grenzen der Monds-Culmination eingeschlossen, wie die Phase 0^0, und die Beobachtungen wurden nur nach den den Phasen 0^0 correspondirenden Zeiten der Monds-Culminationen in Gruppen vertheilt.

Das Gesetz der Oscillation des Wassers kann, wie jede periodische Function, durch die folgende Formel ausgedrückt werden, in welcher y die Höhe des Wassers, φ die Phase, $c_0, c_1, c_2 \ldots \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \ldots$ aber Constanten bezeichnen, welche aus den Beobachtungen zu bestimmen sind:

$$y = c_0 + c_1 \cos(\varphi - \gamma_1) + c_2 \cos 2(\varphi - \gamma_2) + c_3 \cos 3(\varphi - \gamma_3) + \ldots$$

Aus den Zahlen der vorhergehenden Tabelle wurden, mit Hülfe der Tafeln, die sich im 2ten Bande von Dove's Repertorium der Physik befinden, die Werthe der Constanten in dieser Formel berechnet; um $c_0, c_1, c_2 \ldots$ in Fussen und Zollen auszudrücken, wurden die unmittelbar durch diese Rechnung erhaltenen Zahlen durch die Höhen der Fluth in der letzten Columne der Tabelle (II) multiplicirt. Die auf solche Weise erhaltenen Werthe stellt die folgende Tabelle dar.

Wahr. Greenw. Z. d. Monds-Culm.	c_0	c_1	γ_1	c_2	γ_2	c_3	γ_3	c_4	γ_4	c_5	γ_5	
	Z.	Z.		Z.		Z.		Z.		Z.		
1^h 0^m	19,9	16,9	— 11°23′	4,2	33°35′	2,5	— 6°43′	0,4	— 19° 8′	0,3	— 5°55′	
2 2	20,1	17,2	— 11 13	4,3	32 21	2,5	— 6 16	0,4	— 16 34	0,3	— 4 59	
3 1	19,5	16,8	— 10 19	4,0	32 46	2,4	— 5 48	0,4	— 17 49	0,3	— 5 28	
3 59	18,4	16,0	— 10 35	3,5	32 18	2,2	— 5 48	0,3	— 18 1	0,3	— 5 46	
5 1	16,7	14,7	— 8 54	2,6	32 28	1,9	— 5 17	0,2	— 16 14	0,2	— 5 20	
6 0	15,4	13,6	— 8 4	2,0	33 30	1,5	— 5 51	0,2	— 17 42	0,2	— 7 7	(III)
7 0	14,2	12,4	— 7 10	1,5	40 43	1,3	— 5 17	0,1	— 19 38	0,1	— 9 50	
8 2	14,1	12,3	— 5 48	1,6	41 38	1,2	— 6 20	0,1	— 19 38	0,1	— 7 8	
9 0	15,1	13,1	— 6 33	1,8	41 23	1,4	— 6 13	0,1	— 20 7	0,1	— 6 38	
10 0	16,7	14,5	— 8 13	2,4	38 23	1,7	— 6 22	0,2	— 17 43	0,2	— 4 45	
11 0	18,2	15,6	— 9 5	3,1	36 9	2,0	— 6 18	0,3	— 19 25	0,2	— 2 53	
11 59	19,6	16,7	— 10 21	3,9	34 41	2,4	— 6 0	0,3	— 20 14	0,3	— 5 17	
Mittel	17,3	15,0	— 8°58′	2,9	35°50′	1,9	— 6° 1′	0,2	— 18°31′	0,2	— 5°55′	

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass das 4te und 5te der periodischen Glieder ganz unbedeutend ist, folglich das Gesetz der Oscillation des Wassers nur durch 3 periodische Glieder ausgedrückt wird.

Die mittlere Oscillation wird durch die folgende Formel dargestellt:

$$y = 17{,}3^z + 15{,}0^z \cos(\varphi + 8^0 58') + 2{,}9^z \cos 2(\varphi - 35^0 30') + 1{,}9^z \cos 3(\varphi + 6^0 1').$$

Bezeichnen wir $\varphi + 8^0 58'$ durch p, so wird unsere Formel sich in die folgende verwandeln:

$$y = 17{,}3^z + 15{,}0^z \cos p + 2{,}9^z \cos 2(p - 44^0 48') + 1{,}9^z \cos 3(p - 2^0 57').$$

Die durch diese Formel ausgedrückte Oscillation des Wassers muss, als Resultirende dreier Oscillationen angesehen werden, die durch die 3 periodischen Glieder unserer Formel dargestellt sind. Die grösste unter diesen Oscillationen ist die durch das 1ste periodische Glied ausgedrückte; ihre Periode ist gleich der Periode der Fluth und Ebbe; die von ihr hervorgebrachte Fluth hat 30 Z. Höhe. Wir werden diese Oscillation die erste oder die halbtägliche nennen. Die durch das 2te periodische Glied dargestellte Oscillation hat eine Periode, die der Hälfte der Periode der Fluth und Ebbe gleich ist; die von ihr hervorgebrachte Fluth hat 5,8 Z. Höhe. Wir werden sie die zweite Oscillation nennen. Die durch das 3te periodische Glied dargestellte Oscillation hat eine Periode, die dem $^1/_3$ der Periode der Fluth und Ebbe gleich ist; die von ihr hervorgebrachte Fluth hat 3,8 Z. Höhe; wir werden sie die dritte Oscillation nennen. Aus der Formel sieht man, dass das Hochwasser der zweiten Oscillation später eintritt, als das Hochwasser der ersten; nämlich das Hochwasser der zweiten Oscillation tritt ein bei der Phase von $44^0 48'$ der ersten. Auch das Hochwasser der 3ten Oscillation tritt später ein, als das Hochwasser der 1sten, nämlich bei $2^0 57'$ ihrer Phase.

Die Fig. 1 stellt die Oscillation dar, die durch die Coexistenz der drei Oscillationen hervorgebracht wird, die unter einander nahe in demselben Verhältnisse stehen, wie die drei Oscillationen, die unsere Formel darstellt. In dieser Figur

ist die Höhe der halbtäglichen Fluth = 2 genommen, die Höhe der zweiten Fluth = 0,4 und der dritten = 0,2. Das Hochwasser der zweiten Oscillation findet bei 45° der ersten statt, das Hochwasser der dritten trifft mit dem der ersten zusammen. — Aus der Fig. sieht man, dass der Theil der Curve, der das Steigen des Wassers darstellt, eine Biegung hat. Diese Biegung zeigt, dass bei den Phasen der Fluth, die ihr correspondiren, das Wasser langsamer steigt, als bei den andern. Wenn diese Biegung bedeutender wäre, so würde sie eine vollkommene Aufhebung des Steigens oder selbst eine kleine Erniedrigung des Wassers bezeichnen, die bei den ihr correspondirenden Phasen statthaben würde. Daraus folgt, dass diese Biegung die Erscheinung darstellt, welche Manicha genannt wird, und, wie bekannt, darin besteht, dass gegen die Mitte der Fluth das Steigen des Wassers sich verzögert, oder dass das Wasser auf einige Zeit auf derselben Höhe stehen bleibt oder endlich, dass es gar ein wenig fällt. Diese Erscheinungen aber werden immer von einer anderen begleitet, die eine Ausnahme aus den gewöhnlichen Erscheinungen der Fluth und Ebbe bildet. Es ist bekannt, dass in den Meerbusen und in den Mündungen der Flüsse die Ebbe längere Zeit, als die Fluth, dauert. Dieses findet auch im Weissen Meere statt, an solchen Orten, wo es keine Manicha giebt. Aber an den Orten, wo die Manicha bemerkt wird, findet das Gegentheil statt: die Fluth dauert längere Zeit, als die Ebbe. Wir haben schon in der ersten Abhandlung (*Bull. physico-mathématique T. VII. p.* 375) gesehen, dass in Kuja die Fluth eine ganze Stunde länger, als die Ebbe, dauert. Dies erkennt man auch aus den Zahlen der Tabellen (I) und (II) in dieser Abhandlung: aus ihnen sieht man, dass das niedrige Wasser nicht bei 180° Phase stattfindet, sondern zwischen 150° und 180° und im Allgemeinen näher zur ersten Phase, als zur letzten. Diese beiden Erscheinungen, d. i. die Biegung der Curve in dem aufsteigenden Theile derselben und die kleinere Dauer der Ebbe gegen die Fluth, sind durch die zweite und dritte Oscillation hervorgebracht. Um zu bestimmen, welchen Antheil jede dieser Oscillationen im Hervorbringen dieser Erscheinungen hat, müssen wir eine andere

Combination derselben betrachten. Dabei muss bemerkt werden, dass das Hochwasser der ersten Oscillation zwischen zwei Hochwassern der zweiten fallen muss; wenn wir aber vom Hochwasser der zweiten Oscillation sagen, dass es früher oder später, als das Hochwasser der ersten, eintritt, so muss immer das nächste zu diesem letzten verstanden werden. Daraus folgt, dass das Interval, welches diese Hochwasser von einander scheidet, nicht grösser sein kann als die Zeit, in welcher die Phase von 90° der ersten Oscillation sich vollendet. Denn träte, zum Beispiel, das Hochwasser der zweiten Oscillation 100° später ein, als das Hochwasser der ersten, so würde es nicht das nächste Hochwasser zum letzten sein: das nächste würde das vorhergehende Hochwasser sein, welches 80° früher, als das Hochwasser der ersten Oscillation, eintreten würde.

Die Fig. 2 stellt eine solche Combination der drei Oscillationen dar, in welcher das Hochwasser der zweiten früher, als das der ersten eintritt, nämlich eine solche Zeit früher, welche einer Phase von 45° der ersten Oscillation entspricht. Das Hochwasser der dritten Oscillation trifft mit dem der ersten zusammen, ebenso wie in der Combination der Fig. 1. Man sieht, dass in diesem Falle keine Biegung im aufsteigenden Theile der Curve entsteht, aber man bemerkt eine solche im herabsteigenden Theile derselben. Diese Biegung deutet die Verzögerung des Fallens des Wassers während der Ebbe an. Dabei bemerkt man, dass in diesem Falle die Ebbe längere Zeit dauert, als die Fluth. Daraus können wir schliessen, dass das Entstehen der Manicha von der zweiten Oscillation abhängt. Tritt nämlich das Hochwasser der zweiten Oscillation später ein, als das Hochwasser der ersten, so entsteht eine Manicha; tritt es früher ein, so giebt's keine Manicha.

Um uns aber von der Richtigkeit dieses Schlusses zu überzeugen, betrachten wir, welche Veränderungen in der Curve der Cosinusse jede dieser Oscillationen hervorbringen würde, wenn sie allein existirte. In der Fig. 1 und 2 kann man auch die Curve sehen, die die Oscillation des Wassers darstellt, welche aus der ersten und zweiten zusammengesetzt ist. Aus diesen Figuren ersieht man, dass die zweite Oscillation für

sich allein dieselben Biegungen in der Curve hervorbringt, die man in der aus allen drei zusammengesetzten bemerkt; nur sind diese Biegungen nicht so bedeutend. Daraus folgt, dass die zweite Oscillation, wenn sie allein mit der ersten coexistirte, die Manicha hervorbringen würde, wenn ihr Hochwasser später als das der ersten Oscillation entstehen würde.

Untersuchen wir jetzt den Einfluss, den die dritte Oscillation auf das Gesetz des Fallens und Steigens des Wassers hat. Die Figuren 3, 4 und 5 stellen die Oscillation dar, die aus der ersten und dritten zusammengesetzt ist. Die Fig. 3 stellt eine solche Combination dar, in welcher die Hochwasser der beiden Oscillationen zusammentreffen, die Fig. 4 eine solche, in welcher das Hochwasser der dritten bei den 30° Phase der ersten eintrifft; und die Fig. 5 — eine solche, in welcher das Hochwasser der dritten Oscillation früher, als das der ersten eintrifft; das Interval, welches zwischen diesen zwei Hochwassern verstreicht, ist dasselbe, wie in der Combination der Fig. 4. Aus diesen Figuren sieht man, dass die dritte Oscillation, wenn sie eine bedeutende Grösse hat, die Biegungen der Curve bei der Fluth und Ebbe hervorbringt. Die Biegung bei der Ebbe entspricht einer Verzögerung des Fallens des Wassers und kann bei der grösseren Höhe der dritten Oscillation eine kleine Erhöhung des Wassers während der Ebbe bewirken. Die Biegung bei der Fluth entspricht einer Verzögerung des Steigens und kann bei der grösseren Höhe der dritten Oscillation eine kleine Erniedrigung des Wassers bewirken. Aus den Figuren ersieht man, dass diese Biegungen unabhängig davon entstehen, ob die dritten Oscillationen früher oder später das Hochwasser hervorbringen, als die erste, was den Unterschied des Einflusses dieser Oscillation vom Einflusse der zweiten ausmacht; denn wir haben schon gesehen, dass die zweite Oscillation in diesen zwei Fällen verschiedene Einflüsse auf das Gesetz des Steigens und Fallens des Wassers äussert. Die Biegung, welche die dritte Oscillation in dem aufsteigenden Theile der Curve hervorbringt, zeigt, dass vom Einflusse dieser Oscillation eine Verzögerung des Steigens des Wassers entsteht.

Diese Verzögerung aber unterscheidet sich von Manicha darin, dass hier die Dauer der Fluth nicht grösser, als die Dauer der Ebbe ist. Man kann leicht sehen, dass der Einfluss der dritten Oscillation nicht die Dauer der Fluth und Ebbe verändert; denn entsteht z B. das Hochwasser der dritten Oscillation etwas später, als das der ersten, so wird das Hochwasser der zusammengesetzten Oscillation verspätet; aber dieselbe Zeit später, als das Niedrigwasser der ersten Oscillation, entsteht das Niedrigwasser der dritten; folglich wird das Niedrigwasser der zusammengesetzten Oscillation ebenso viel verspätet, als das Hochwasser, und somit die Dauer der Ebbe und Fluth nicht verändert. Mit der zweiten Oscillation ist es ganz anders: denn entsteht das Hochwasser der zweiten Oscillation etwas später, als das Hochwasser der ersten, so wird das Hochwasser der zusammengesetzten Oscillation verspätet. Aber das folgende Hochwasser der zweiten Oscillation entsteht dann eben so viele Zeit später, als das Niedrigwasser der ersten; folglich wird um die Zeit, in welche das Niedrigwasser der ersten Oscillation entstehen musste, die zweite Oscillation schon das Steigen des Wassers bewirken; und das Niedrigwasser der zusammengesetzten Oscillation musste schon früher statthaben. Daraus sieht man, dass in diesem Falle die zweite Oscillation das Hochwaseer verspätet, das Niedrigwasser aber beschleunigt; folglich wird von ihrem Einflusse die Dauer der Ebbe kleiner werden. — Entsteht das Hochwasser der zweiten Oscillation früher, als das der ersten, so kann man auf eben solche Weise leicht finden, dass in diesem Falle die Dauer der Ebbe grösser werden muss.

Wir haben bisher den Einfluss betrachtet, welchen die zweite und dritte Oscillation jede für sich allein auf das Gesetz der Oscillation des Wassers haben. Die Figuren 1 und 2 zeigen ihren gemeinschaftlichen Einfluss. Aus diesen Figuren sieht man, dass die dritte Oscillation immer die von der zweiten hervorgebrachte Biegung verstärkt; auf der Fig. 1 verstärkt sie die Biegung im aufsteigenden Theile der Curve, d. i. die Manicha; auf der Fig. 2 verstärkt sie die Biegung im herabsteigenden Theile, d. i. die Verzögerung des Sinkens des Wassers.

Aus allem dem vorhergehenden folgt, dass die Manicha davon herrührt, dass das Hochwasser der zweiten Oscillation später eintrifft, als das Hochwasser der ersten; und dass die dritte Oscillation die von der zweiten hervorgebrachte Manicha verstärkt.

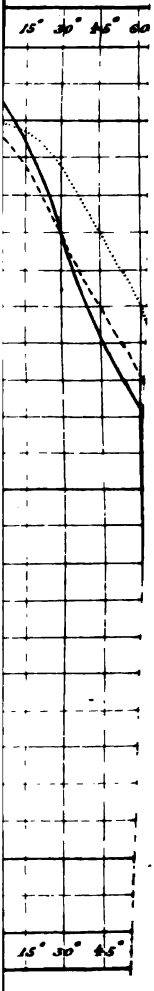
Wenn wir den Ausdrücken für das Gesetz der Oscillation des Wassers, für eine jede Culminationszeit des Mondes, dieselbe Form geben, welche der Ausdruck für die mittlere Oscillation erhalten hat, so haben wir die Formeln, die in der folgenden Tabelle enthalten sind

Wahr. Greenw. Z. d. Culm. d. M.		$y =$
1^h 0^m		$19{,}9^s + 16{,}9^s \cos p + 4{,}2^s \cos 2(p - 44°58') + 2{,}5 \cos 3(p - 4°40')$
2 2		$20{,}1 + 17{,}2 \cos p + 4{,}3 \cos 2(p - 43°34') + 2{,}5 \cos 3(p - 4°57')$
3 4		$19{,}5 + 16{,}8 \cos p + 4{,}0 \cos 2(p - 43° 5') + 2{,}4 \cos 3(p - 4°31')$
3 59		$18{,}4 + 16{,}0 \cos p + 3{,}5 \cos 2(p - 42°53') + 2{,}2 \cos 3(p - 4°47')$
5 1		$16{,}7 + 14{,}7 \cos p + 2{,}6 \cos 2(p - 41°32') + 1{,}9 \cos 3(p - 3°37')$
6 0		$15{,}4 + 13{,}6 \cos p + 2{,}0 \cos 2(p - 41°34') + 1{,}5 \cos 3(p - 2°13')$
7 0		$14{,}2 + 12{,}4 \cos p + 1{,}5 \cos 2(p - 47°59') + 1{,}3 \cos 3(p - 1°53')$
8 2		$14{,}1 + 12{,}3 \cos p + 1{,}6 \cos 2(p - 47°26') + 1{,}2 \cos 3(p + 0°32')$
9 0		$15{,}1 + 13{,}1 \cos p + 1{,}8 \cos 2(p - 47°56') + 1{,}4 \cos 3(p - 0°20')$
10 0		$16{,}7 + 14{,}5 \cos p + 2{,}4 \cos 2(p - 46°36') + 1{,}7 \cos 3(p - 1°51')$
11 0		$18{,}2 + 15{,}6 \cos p + 3{,}1 \cos 2(p - 45°14') + 2{,}0 \cos 3(p - 2°47')$
11 59		$19{,}6 + 16{,}7 \cos p + 3{,}9 \cos 2(p - 45° 2') + 2{,}4 \cos 3(p - 4°21')$
Mittel.		$17{,}3 + 15{,}0 \cos p + 2{,}9 \cos 2(p - 44°48') + 1{,}9 \cos 3(p - 2°57')$

Die Coefficienten der zweiten Oscillation ändern sich mit der Veränderung der Zeit der Monds-Culmination in weit stärkerem Verhältnisse, als die Coefficienten der ersten: für die Springfluthen, die den Zeiten der Monds-Culmination um 1 und 2 Uhr entsprechen, macht die zweite Oscillation den vierten Theil der ersten aus; aber für die Nippfluthen, die den Culminationszeiten um 7^h und 8^h correspondiren, macht die zweite Oscillation nur $^1/_8$ der ersten aus. Nun aber muss die Manicha desto bedeutender sein, je grösser die zweite Oscillation im Verhältniss zur ersten ist; darum ist die Manicha merklicher bei den grossen Fluthen, als bei den kleinen. Aus der vorhergehenden Tabelle sieht man, dass auch die Coefficienten der dritten Oscillation für die grossen Fluthen bedeutendere Werthe haben, als für die kleinen. Daraus folgt, dass auch die dritte Oscillation dazu beiträgt, um die Manicha bemerkbarer bei den grossen Fluthen, als bei den kleinen, zu machen.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém.* T. XI. No. 10.)

zusammeng
Hilton zusams



$\frac{15}{27}$ October 1852.

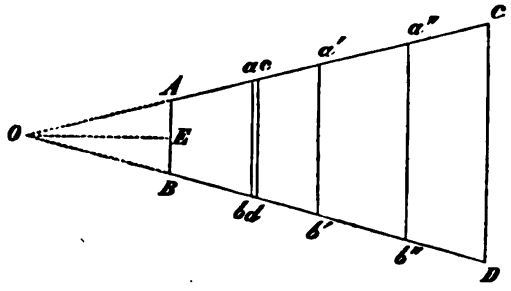
Untersuchungen über den galvanischen Leitungswiderstand der Flüssigkeiten in einigen besonderen Fällen; von Dr. A. Sawelief. Erste Abhandlung.

Die Gesetze der galvanischen Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten sind in gegenwärtiger Zeit nur für zwei besondere Fälle ermittelt: von Fechner wurden sie festgestellt für den Fall, wenn die Flüssigkeit sich in einem parallelepipedischen Gefässe befindet, mit dessen Querschnitt die Electroden zusammenfallen, und neuerdings hat Hr. Akad. Lenz diese Gesetze für den Fall gefunden, wenn die Electroden in eine unbegränzte Flüssigkeitsschicht getaucht sind. Es schien mir nicht uninteressant, die galvanische Leitungsfähigkeit auch in einigen anderen Fällen, bei einer bestimmten Form der Flüssigkeitsschicht, zu erforschen; und in dieser ersten Abhandlung untersuche ich zwei Fälle, für welche die Gesetze sich auch theoretisch, aus den Fechner'schen Gesetzen, ableiten lassen.

Erster Fall.

Die Flüssigkeit befindet sich in einem prismatischen Gefässe, dessen horizontaler Querschnitt (durch die ganze Höhe) ein Trapez *ABCD* mit zwei, unter gleichen Winkeln zu *AB* geneigten Seiten *AC*

und *BD* ist; die Electroden nehmen den ganzen vertikalen Querschnitt *AB* und *CD* ein.



In diesem Falle, wenn der Strom sich wirklich in geraden Linien zwischen den Eloctroden ausbreitet, ist es leicht, die Abhängigkeit des Leitungswiderstandes von der Entfernung und der Fläche der Electroden theoretisch zu ermitteln; es ist nämlich der Leitungswiderstand der ganzen Schicht *ABCD* gleich der Summe der Leitungswiderstände der unendlich kleinen Elemente *abcd*. Wenn wir durch x die Entfernung zwischen *ab* und *AB*, oder die Länge der Schicht *ABab*, durch dx die des Elementes *abcd* und durch y die Fläche des vertikalen Querschnittes *ab* bezeichnen, so wird der ganze Leitungswiderstand *ABab*.

$$W = \int \frac{dx}{y},$$

wo das Integral zwischen die Gränzen $x = o$, bis $x = x$ zu nehmen ist. Verlängern wir die Seiten *AC* und *BD* bis zu ihrer Vereinigung in *O* und bezeichnen durch k die Entfernung *OE* und die Fläche *AB* durch s, so ist

$$y = s \cdot \frac{k+x}{k} \text{ und } W = \frac{k}{s} \int_0^x \frac{dx}{k+x}$$

oder, wenn *M* den Modulus bezeichnet,

$$W = \frac{k}{s} M \log \frac{k+x}{k}$$

oder

$$W = B \log \frac{s'}{s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

wo $B = \frac{k}{s} M$ eine, für ein und dasselbe Gefäss, s' aber die Flächen des vertikalen Querschnitts bezeichnen.

Um die Richtigkeit der von uns abgeleiteten Formel (1) experimental zu prüfen, verfuhr ich folgendermaassen: Ich nahm einen prismatischen Holzkasten, dessen horizontaler Querschnitt nach der ganzen Höhe ein der Figur *ABCD* gleiches Trapez vorstellte; das Gefäss war gut verpicht, so dass die hineingegossene Flüssigkeit nicht durch die Wände fliessen konnte; der Strom wurde durch die Flüssigkeit mittelst Kupferelectroden durchgelassen, welche aus einigen viereckigen Platten von verschiedener Grösse bestanden und welche in den Kasten vertikal und parallel mit *AB* auf solche Weise eingeschaltet wurden, dass sie den ganzen vertikalen Querschnitt der Flüssigkeit einnahmen. Auf diese Weise konnte die Länge der prismatischen Schicht und die ihm entsprechenden Electrodenflächen beliebig geändert werden. Die Entfernung der Electroden, oder die Länge x der Schicht, so wie auch die Grösse k konnten leicht gemessen werden.

Um den Leitungswiderstand W zu bestimmen, habe ich einen Agometer und eine Nervander'sche Tangentenbussole, ganz denjenigen ähnlich, die Hr. Lenz, *Bulletin physico-mathématique, T. I. No.* 14, 15, 16, beschrieben hatte, gebraucht. Ich liess den Strom einer Daniell'schen Batterie durch die Flüssigkeit, das Galvanometer und den Agometer gehen und beobachtete die Anzahl der Agometerwindungen a, die in die Kette eingeschaltet wurden, um den Strom auf eine bestimmte Grösse F oder die Nadel des Galvanometers auf eine bestimmte Ablenkung zu halten; dann liess ich die Flüssigkeitszelle aus der Kette und beobachtete wieder die Anzahl der Agometerwindungen a' bei derselben Grösse des Stromes. Bei der ersten Beobachtung haben wir $F = \frac{A - p}{L + W + a}$, wo A die electromodorische Kraft, L den Widerstand der Batterie, des Galvanometers und aller Hülfsdräthe, W den gesuchten

Widerstand der Flüssigkeit und p die Polarisation bezeichnet. Aus der zweiten Beobachtung ist $F = \frac{A}{L + a'}$, folglich

$$W = a' - a - \frac{p}{F},$$

oder, da die bei allen meinen Versuchen angewandte Flüssigkeit aus einer ziemlich gesättigten Kupfervitriollösung und die Electroden aus Kupferplatten bestanden, so musste $p = o$, folglich $W = a' - a$. Die Ungenauigkeit in den Werthen von W, welche daraus entstehen konnte, dass die Electrodenplatten in Folge der Wirkung des Stromes nicht ganz homogen wurden, konnte leicht durch die Wiederholung der ersten Beobachtungen bei entgegengesetzter Richtung des Stromes eliminirt werden.

Erste Beobachtungsreihe. Der Strom von 12 Daniell'schen Elementen brachte die Ablenkung der Nadel des Galvanometers auf 15°. Die Grösse $k = 3$ Zoll, $AB = 1$ Zoll. Die eine Electrode blieb immer an der Wand AB stehen, die Länge der Schicht konnte von 1,5 bis 7,5 Zoll geändert werden.

Die Länge d. Schicht x	a	a'	W
1,5	23,58	29,57	5,99
3,0	18,89	29,74	10,85
4,5	15,47	29,78	14,31
6,0	13,07	29,76	16,69
7,5	10,66	29,84	19,18
6,0	13,12	29,96	16,84
4,5	15,96	30,02	14,06
3,0	19,28	30,10	10,82
1,5	23,58	30,10	6,52

Das Mittel aus den zwei Beobachtungen für jede Länge der Schicht giebt uns Werthe von W, die in der zweiten Columne der folgenden Tabelle enthalten sind:

x	W		
	beob.	berechn.	Diff.
1,5	6,26	6,23	— 0,03
3,0	10,83	10,65	— 0,18
4,5	14,18	14,08	0,10
6,0	16,77	16,89	+ 0,12
7,5	19,18	19,26	+ 0,08

Wenn wir den Leitungswiderstand der ersten Flüssigkeitsschicht von der Länge 1,5 Zoll durch w bezeichnen, so ist

$$w = B \log \frac{k+x}{k} = B \log \frac{3+1,5}{3} = B \log 1,5.$$

Der Widerstand W bei irgend einer Länge x ist

$$W = B \log \frac{k+x}{k} = W = w \cdot \frac{\log \frac{k+x}{k}}{\log 1,5}.$$

Nach dieser Formel sind die in der dritten Columne der vorhergehenden Tabelle enthaltenen Werthe von W berechnet; aus allen beobachteten Werthen der zweiten Columne wurde nach der Methode der kleinsten Quadrate gefunden:

$$w = 6,232.$$

Die geringen Unterschiede der beobachteten und berechneten Werthe von W, die in der letzten Columne enthalten sind, beweisen mit hinlänglicher Genauigkeit die Richtigkeit der abgeleiteten Formel.

Zweite Beobachtungsreihe. Die Flüssigkeit wurde in ein anderes Gefäss gegossen, für welches der Werth von $k = 1,5$ Zoll und $AB = 1,0$ Zoll war. Bei den ersten vier Beobachtungen wurde der Strom auf 8° und bei den übrigen auf 10° gehalten. Die eine Electrode blieb, wie bei den vorhergehenden Beobachtungen, immer bei AB stehen.

Länge d. Schicht x	a	a'	a	Mittel aus a
13,5	10,03	69,69	9,93	9,98
12,0	13,25	69,61	13,07	13,16
10,5	16,06	69,61	15,62	16,06
9,0	19,27	69,48	19,18	19,22
9,0	2,12	52,84	2,45	2,28
7,5	6,93	52,59	6,68	6,80
6,0	11,51	52,57	11,40	11,45
4,5	17,14	52,58	17,32	17,23
3,0	24,44	52,51	24,55	24,49
1,5	34,87	52,49	35,30	35,09

Länge d. Schicht x	Widerstand W		
	beobacht. $= a' - a$	berechn.	Diff.
13,5	59,71	59,25	— 0,46
12,0	56,45	56,54	+ 0,09
10,5	53,75	53,51	— 0,24
9,0	50,41	49,83	— 0,57
7,5	45,79	46,10	+ 0,31
6,0	41,12	41,41	+ 0,29
4,5	35,35	35,67	+ 0,32
3,0	28,02	28,27	+ 0,25
1,5	17,41	17,83	+ 0,42

Wir könnten unsere Beobachtungen auch auf andere Weise benutzen, um die Richtigkeit des aufgestellten Gesetzes zu beweisen, nämlich: wenn wir durch W den Widerstand der Schicht $ABab$ und durch W' den der Schicht $ABa'b'$ bezeichnen, so muss $W' - W$ den Leitungswiderstand der Schicht $aba'b'$ ausdrücken. Folglich wenn wir in der zweiten Columne der letzten Tabelle die Differenzen der ersten und zweiten, der zweiten und dritten, der dritten und vierten u. s. w. Zahl nehmen, so bekommen wir die Widerstände der Schichten $aba'b'$, $a'b'a''b''$, ... Bezeichnen wir durch x die Entfernung der kleinsten die Flüssigkeit begränzenden Electrode von AB, und durch x' die der grössten, so wird

$$W' - W = B \log \frac{k + x'}{k + x}.$$

Wenn wir wieder den Widerstand der ersten Schicht *ABab* durch w bezeichnen, so ist

$$w = B \log \frac{1{,}5 + 1{,}5}{1{,}5} = B \log 2$$

und

$$W' - W = \frac{w}{\log 2} \log \frac{k + x'}{k + x}.$$

Nach dieser Formel sind die Zahlen der vierten Columne der folgenden Tabelle berechnet; nach der Methode der kleinsten Quadrate wurde aus den Zahlen der zweiten Columne gefunden

$$w = 18{,}096.$$

x'	x	Widerstand		
		beobacht. $= W' - W$	berechn.	Diff.
13,5	12,0	3,26	2,75	— 0,51
12,0	10,5	2,70	3,07	+ 0,37
10,5	9,0	3,34	3,49	+ 0,17
9,0	7,5	4,62	4,02	— 0,50
7,5	6,0	4,67	4,76	+ 0,09
6,0	4,5	5,77	5,82	+ 0,05
4,5	3,0	7,33	7,51	+ 0,18
3,0	1,5	10,61	10,59	— 0,02

Bei allen meinen Versuchen habe ich, wie schon früher erwähnt worden ist, immer eine ziemlich concentrirte Kupfervitriollösung gebraucht, um bei der Bestimmung der Widerstände von der Polarisation unabhängig zu sein. Aber es konnte auch eine andere Flüssigkeit, z. B. verdünnte Schwefelsäure gebraucht werden, nur musste in diesem Falle eine andere Berechnungsart angewandt werden. Nämlich dann wird W nicht $a' - a$ gleich sein, sondern

$$W = a' - a - \frac{p}{F}$$

und

$$W' = (a'_1 - a_1) - \frac{p}{F},$$

folglich $W' - W = (a'_2 - a_2) - (a'_1 - a)$ gleich dem Widerstande der Schicht $aba'b'$, ganz unabhängig von der Polerisation. Wenn auch p in beiden Beobachtungen nicht denselben Werth behielte, so würde doch bei den Differenzen $W' - W$ der daraus entstehende Fehler ganz unbedeutend sein.

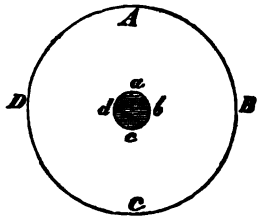
Dritte Beobachtungsreihe. In demselben Gefässe, bei derselben Flüssigkeit und bei sonst ganz gleichen Umständen wurden jetzt unmittelbar die Widerstände der Schichten $ABab$, $aba'b'$ u. s. w. bestimmt. Bei den ersten zwei vertikal unter einander stehenden Beobachtungsreihen wurde der Strom auf 10°, bei den drei folgenden auf 15°, und bei den vier letzten auf 12° gehalten.

x'	x	a	a'	a	Mittel aus a
1,5	0	35,04	52,42	35,55	35,29
3,0	1,5	41,65	52,14	41,53	41,59
4,5	3,0	19,46	26,67	19,12	19,29
6,0	4,5	20,40	25,81	19,73	20,06
7,5	6,0	20,58	25,01	20,43	20,50
9,0	7,5	30,92	35,08	30,78	30,85
10,5	9,0	31,37	34,88	31,17	31,27
12,0	10,5	31,52	34,61	31,34	31,43
13,5	12,0	31,76	34,38	31,35	31,55

x'	x	Widerstand		
		a' beobacht.	a berechn.	Diff.
1,5	0	17,13	17,53	+ 0,40
3,0	1,5	10,55	10,25	— 0,30
4,5	3,0	7,38	7,27	— 0,11
6,0	4,5	5,75	5,64	— 0,11
7,5	6,0	4,51	4,61	+ 0,10
9,0	7,5	4,23	3,90	— 0,33
10,5	9,0	3,61	3,38	0,23
12,0	10,5	3,18	2,98	— 0,20
13,5	12,0	2,87	2,66	— 0,21

Zweiter Fall.

Die Flüssigkeit ist in einem cylindrisch geformten, ringförmigen Gefässe enthalten, die Electroden *ABCD* und *abcd* sind concentrisch gestellte Cylinder.



Der Leitungswiderstand in diesem Falle kann leicht aus dem Ausdrucke (1) für den ersten Fall abgeleitet werden. Nennen wir r den Halbmesser der inneren und R den der äusseren Electrode, so ist $k = r$, $k + x = R$, $S = 2\pi rh$, wo h die Höhe der Flüssigkeit bezeichnet, folglich

$$W = \frac{k}{s} M \log \frac{k+x}{k} = \frac{r}{2\pi rh} M \log \frac{R}{r} = \frac{M}{2\pi h} \log \frac{R}{r} = C . \log \frac{R}{r} \quad (2).$$

Der bekannte englische Physiker Daniell hatte schon im Jahre 1842 die Gesetze des Widerstandes in diesem Falle untersucht und glaubte aus seinen Versuchen (*Philosoph. Transact. f.* 1842. *pt. II, Pogg. Ann. T.* 136, *p.* 393), die übrigens keine messenden sind, schliessen zu können, dass der Leitungswiderstand in cylindrisch geformten Zellen dem Abstande der Electroden direct und der Fläche des mittleren Querschnittes der Flüssigkeit umgekehrt proportional sei. Unter dem mittleren Querschnitte verstand er die Oberfläche eines Cylinders, dessen Durchmesser das arithmetische Mittel aus den Durchmessern der beiden die Flüssigkeit begränzenden Electroden ist. Der von Daniell aufgestellte Satz ist offenbar unrichtig und muss als eine Annäherung zu dem wahren Gesetze betrachtet werden. In der That, wenn wir

in unserer Formel (2) das $\log \frac{R}{r}$ in eine Reihe entwickeln, so bekommen wir

$$W = C' . 2 \left[\left(\frac{\frac{R}{r} - 1}{\frac{R}{r} + 1} \right) + \frac{1}{3} \frac{\left(\frac{R}{r} - 1 \right)^3}{\left(\frac{R}{r} + 1 \right)^3} + \ldots\ldots \right]$$

Behalten wir nur das erste Glied dieser Reihe, so wird

$$W = C' . \frac{R - r}{(\frac{1}{2} R + r)}$$

was von Daniell angenommen wurde.

Poggendorff, bei der Uebersetzung des Daniell'schen Aufsatzes in seinen Annalen, hatte auf diesen Irrthum in einer Anmerkung aufmerksam gemacht und hatte schon früher das wahre Gesetz (Formel 2) in seinen Annalen (Bd. 55, S. 47) angedeutet, aber bis jetzt haben weder er, noch andere Physiker eine experimentale Prüfung des Gesetzes angestellt.

Bei meinen Versuchen verfuhr ich folgendermaassen: ich nahm einen cylindrischen Holztrog, dessen Halbmesser vier, und dessen Höhe zwei Zoll hatte; zwei cylindrische Kupferelectroden wurden in dem Gefässe befestigt: eine *ABCD* auf der inneren Seite des Gefässes, die andere *abcd* von 0,5 Zoll Halbmesser auf der Oberfläche eines vertikal gestellten Holzcylinders, dessen Axe mit der Axe des Gefässes genau zusammenfiel. Sechs andere Kupfercylinder mit dünnen Wänden hatten im Durchmesser 1, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5 Zoll und konnten der Reihe nach in das Gefäss auf solche Weise eingeschaltet werden, dass sie ganz concentrisch mit der inneren Electrode standen. Folglich konnte die Breite der ringförmigen Schicht der Flüssigkeit, die in das Gefäss gegossen war, von 0,5 bis 4 Zoll vergrössert werden.

Die Bestimmung des Leitungswiderstandes geschah ganz nach dem vorher beschriebenen Verfahren; die angewandte Flüssigkeit bestand aus einer beinahe gesättigten Kupfervitriollösung.

Erste Beobachtungsreihe. Acht Daniell'sche Elemente. Ablenkung der Nadel 10°. Die innere Electrode, von 0,5 Zoll Halbmesser, blieb bei allen Beobachtungen dieselbe.

Halbmesser der äussern Electr. R.	a	a'	a	Mittel aus a	Widerstand $w = a' - a$
4	23,99	32,88	23,96	23,97	8,90
3,5	24,54	32,72	24,43	24,48	8,23
3,0	25,18	32,81	25,03	25,10	7,71
2,5	25,84	32,88	25,69	25,76	7,12
2,0	26,89	32,88	26,58	26,73	6,15
1,5	27,95	32,92	27,89	27,92	5,00
1,0	29,60	32,91	29,44	29,52	3,39
1,0	29,50	42,83	29,78	29,64	3,19
1,5	28,07	32,89	27,91	27,98	4,90
2,0	26,45	32,90	26,61	26,53	6,37
2,5	25,63	32,98	25,61	25,62	7,36
3,0	24,81	32,85	24,86	24,83	8,02
3,5	24,04	32,77	23,86	23,95	8,82
4,0	23,51	32,93	23,46	23,49	9,44

Nach der siebenten Beobachtung wurde die Richtung des Stromes gewechselt, um den Fehler, welcher von der Ungleichartigkeit der Electroden entstehen konnte, zu eliminiren. Gesetzt, dass die Electroden ungleichartig geworden sind und eine elektromotorische Kraft k in die Kette eingeführt hätten, so haben wir bei der ersten Beobachtung

$$a' - a = W \pm \frac{k}{F},$$

bei entgegengesetzter Richtung des Stromes wird

$$a' - a_1 = W \pm \frac{k}{F},$$

folglich giebt das arithmetische Mittel aus beiden Beobachtungen $a' - a$ und $a' - a_1$ den Werth von W, ganz unabhängig von k.

In der nachstehenden Tabelle sind die Zahlen der zweiten Columne die arithmetischen Mittel aus den correspondirenden Werthen von W der vorhergehenden Tabelle:

R	Widerstand W		
	beobacht.	berechn.	Diff.
4,0	9,17	9,23	+ 0,06
3,5	8,52	8,64	+ 0,12
3,0	7,86	7,91	+ 0,05
2,5	7,24	7,14	− 0,10
2,0	6,26	6,15	− 0,11
1,5	4,95	4,88	− 0,07
1,0	3,24	3,08	− 0,16

Aus den Zahlen der zweiten Columne habe ich nach der Methode der kleinsten Quadrate den Werth ω des Widerstandes für die Schicht, deren äussere Electrode 1,0 Zoll Halbmesser hatte, $\omega = 3{,}077$ gefunden und aus diesem Werthe sind die Zahlen der dritten Columne nach der Formel

$$W = \frac{\omega}{\log 2} \log \frac{R}{r}$$

berechnet.

Zweite Beobachtungsreihe. Gleich nach Beendigung der eben angeführten Reihe von Beobachtungen wurde mit derselben Batterie und bei sonst ganz denselben Umständen eine zweite Reihe angestellt, wo für jede Schicht die Werthe von a zwei mal, bei entgegengesetzter Richtung des Stromes, bestimmt wurden.

R	a	a'	a	Mittel aus a	Widerstand W		
					$a' - a$ beobacht.	$a' - a$ berechn.	Diff.
4,0	23,40	32,86	23,30	23,35	9,51	9,54	+ 0,03
3,5	23,91	32,80	24,01	23,96	8,84	8,92	+ 0,08
3,0	24,81	32,78	24,73	24,77	8,01	8,21	+ 0,25
2,5	25,07	32,83	25,43	25,25	7,58	7,38	− 0,20
2,0	26,38	32,81	26,35	26,36	6,45	6,36	− 0,09
1,5	27,68	32,88	27,92	27,80	5,08	5,04	− 0,04
1,0	29,59	32,81	29,42	29,50	3,31	3,18	− 0,13

Die kleinen Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen von W, in allen von mir angestellten Beobachtungen, lassen keinen Zweifel über die Genauigkeit der von uns abgeleiteten Gesetze für prismatische, so wie auch für cylindrisch geförmte Flüssigkeitszellen übrig; nur sind die Differenzen bei den letzten Beobachtungen (für ringförmige Zellen) kleiner als bei den ersten, was dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die Batterie, während den letzten Beobachtungen (wie man aus den Werthen von a' sieht), viel beständiger wirkte.

(Aus dem *Bullet. phys.-mathém. T. XI. No.* 11.)

$\frac{5}{17}$ November 1852.

Ueber ein in der Nähe von Moskau angelegtes Bohrloch zur Auffindung von Steinkohlenlagern. Von G. von HELMERSEN.

Die in den Jahren 1839, 1840 und 1841 von dem Oberst Olivieri und mir angestellten geologisch-bergmännischen Untersuchungen in den Gouvernements Nowgorod, Twer, Moskau, Tula, Kaluga und Orel, hatten in diesem Theile Russlands die Existenz eines grossen Beckens dargethan, dessen erhöhte Ränder im Norden, Westen und Süden, und dessen ganzer innerer Raum zunächst aus Schichten der Bergkalkformation bestehn, unter denen die Schichten des Devonischen Systems, je nachdem sie im Innern des Beckens oder an dessen Rändern auftreten, minder oder mehr entblösst erscheinen. Die Untersuchungen erwiesen ferner, dass nur die untern, also älteren Schichten des Bergkalks Kohlenflötze führen, die obern, d. h. jüngern aber nicht. Da nun diese jüngern Schichten hauptsächlich den mittlern Raum des Beckens einnehmen, die älteren Schichten aber an den Rändern desselben zu Tage gehen, so erklärte sich auf die einfachste Weise, warum die vielen Lagerstätten der Kohle, fast ohne Ausnahme auch nur an den Rändern des Beckens und nicht in seiner Mitte auftreten, in welcher Moskau liegt, das für seine vielen industriellen Anstalten der Steinkohle mehr bedarf als jeder andere Ort jenes Länderraums. Dieser Umstand und die Erkenntniss jenes geologischen Verhältnisses führten auf den Gedanken die obern, kohlenlosen Bergkalkschichten bei Moskau selbst zu durchbohren, um so zu den untern, kohlenführenden zu gelangen, deren Existenz in einer gewissen Tiefe mit Sicherheit anzunehmen war. Diese Sicherheit aber beruht auf einer langen Reihe von Erfahrungen, die man bei der Untersuchung ähnlich gebildeter Gegenden gemacht hat, die aber anzuführen hier nicht am Orte wäre. Herr Vogts, ein kenntnissreicher

Kaufmann in Moskau, in Bohrarbeiten und Steinkohlenbau gut erfahren, und von der Möglichkeit überzeugt, tief unter dem Boden Moskau's Steinkohlenlager auffinden zu können, verschaffte sich durch freiwillige, in Form von Aktien eingezahlte Geldbeiträge die Mittel zur Anlegung eines Bohrlochs, für das der Platz fünf Werst von der Stadt, unweit der Smolenskischen Chaussee an der Poklonnaja Gora erwählt worden war. Zur unmittelbaren Leitung und Beaufsichtigung der Bohrarbeiten ward ein österreichischer Bergmann, Hr. Schott angestellt. Als derselbe in Moskau angekommen war und vor dem Beginne der Arbeiten, bat er mich in einem Briefe um Auskunft über die geologischen Verhältnisse der Umgegend, in denen er damals nicht orientirt war, weil er noch keine Zeit gehabt eigene Studien über sie zu machen.

In meinem Antwortschreiben an Hrn. Schott sprach ich mich dahin aus, dass man bei dem Bohren unter den Diluvialschichten zuerst auf schwarze, sandige, etwas schiefrige Juraschichten kommen werde, dass man unter diesen weissen, kreideartigen Kalkstein, nämlich die obere Abtheilung des Bergkalks mit ihren weissen und bunten Thonschichten, und dass man dann in noch grösserer Tiefe grauen, harten Kalkstein zu erwarten habe, nämlich die untere, kohlenführende Abtheilung des Bergkalks. Ich sandte Hrn. Schott auch ein ideales Profil dieser Gesteinsfolge, und meinte dass die Tiefe, in welcher man, im glücklichen Falle, Kohlenflötze erbohren werde, jedenfalls sehr beträchtlich sein müsse, so dass ein Abbau der Kohle kaum mehr lohnen könne. Die Mächtigkeit der zu durchbohrenden Gesteinsschichten liess sich damals so wenig wie jetzt mit Sicherheit vorausbestimmen; sie mag indessen für den sämmtlichen Bergkalk, d. h. von seinem Dache bis zur Sohle (dem Devonischen Schichtensystem) nicht über 800 bis 1000 Fuss betragen.

Nachdem man an der Poklonnaja Gora ein Bohrhaus errichtet hatte, begann die Bohrarbeit selbst am 15ten November 1850; bis zum Beginne des laufenden Jahres 1852 hatte man das Bohrloch bereits bis zu einer Tiefe von 434 Fuss englisch gebracht, oder genauer 61 Sashen 2 Arschin und 14

Werschok. Hr. Vogts, dessen Unternehmen, mit Genehmigung des Hrn. Finanzministers, auch von der Oberbergverwaltung unterstützt wird, sandte letzterer zu Anfange dieses Jahres ein Bohrregister ein, das ich hier mittheile, indem ich zugleich darauf hinweise, dass dasselbe die beim Beginne der Arbeit vorausgesagte Schichtenfolge bestätigt. Diese Bestätigung berechtigt nun aber auch zu der gegründeten Hoffnung, bei fortgesetztem Bohren die erwünschten Kohlenflötze wirklich aufzufinden und wir wollen wünschen, dass das von Hrn. Vogts begonnene und mit Eifer und Kenntniss beharrlich fortgesetzte Werk bald mit dem Bergsegen gekrönt werde.

Register über die an der Poklonnaja Gora bei Moskau durch Theodor Vogts betriebene Bohrarbeit zur Aufsuchung von Steinkohlenlagern.

No.	Sashen.	Arschin.	Werch.		
1			9	Loser Sand	Diluvium.
2	2	1	6	Sandiger Lehm	
3	1		13	Grüner Sand. (?)	
4	6		14	Schwarzer glimmeriger Schiefer, Jura.	
5	1		2	Brauner, harter Thon mit Quarzlagen. (?)	
6	1	1	4	Weisser, mergeliger Kalkstein	Oberer Bergkalk.
7	1	2	7	Harter Kalkstein, weiss wie Kreide	
8	10		11	Gelber und blauer Letten	
9		2	5	Weisser Thon, wie Pfeifenthon	
10	1	1	4	Harter Kalkstein, weiss wie Kreide	
11	3		15	Kalkstein mit Sand, hart (etwa Dolomit?)	
12		1	8	Röthlicher, mergelicher Sandstein	
13	10	1	6	Bergkalk mit Schalthieren, sehr hart	
14	9	2	2	Bergkalk mit Schalthieren, Sand, Schwefelkies, Hornstein	
15		2		Grauer Bergkalk mit Quarz und Hornstein	
16		2		Weisser Bergkalk mit Quarz u. Hornstein	
17	1	1		Grauer Bergkalk mit Quarz, Hornstein und mehr Sand (Dolomit?).	
18	9			Grauer Bergkalk, Sand und etwas Hornstein.	
19		1	4	Bergkalk mit Quarzlagen, Hornstein; hart und 25% Sand mit etwas Schiefer.	

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 11.)

24 September / 6 October 1852.

Ueber die Darstellung der Collodiumwolle; von CARL MANN in St. Petersburg.

Es ist hinlänglich bekannt, dass man nach den bisher veröffentlichten Methoden zur Darstellung der Collodiumwolle nicht immer ein in alkoholhaltigem Aether lösliches Präparat erhält. In Folge meiner Beobachtungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass das Misslingen des darzustellenden Präparates, meist von den ungenauen Angaben der Darstellungsmethoden und deren strengen Befolgung abhängig ist. Ich erlaube mir daher hier, in Kürze einige Resultate von Versuchen mitzutheilen, nach welchen eine gute Collodiumwolle immer sicher dargestellt werden kann.

Die Schwefelsäure, welche mit dem Kalisalpeter zusammengemischt wird, darf nicht eine höchst concentrirte sein, sondern vom spec. Gew. 1,830 — 1,835 = 94 Procent an Monohydrat nach Ure, = 65,5° nach Baumé, bei 15,5° C.

Diese Säure kann durch die Formel $3\dot{H}\ddot{S} + \dot{H}$ ausgedrückt werden. Die Baumwolle und den Salpeter braucht man nicht zu trocknen. Zur Darstellung von Collodiumwolle sind erforderlich:

31 Theile $3\dot{H}\ddot{S} + \dot{H}$, Aeq. = 156
20 » $\dot{K}\ddot{N}$, » = 101
} (H = 1) *)

1 Theil Baumwolle

*) Die Aequivalentzahlen sind sowohl hier, als auch bei den spätern Versuchen, deshalb angeführt, damit man sieht, dass die zur Darstel-

In einem Glascylinder übergiesst man den gepulverten Salpeter mit der Schwefelsäure und rührt beide so lange um, bis der Salpeter ganz zergangen ist. In die noch heisse Mischung, deren Temperatur aber höchstens 50° C. betragen darf, trägt man alsdann die Baumwolle ein und arbeitet dieselbe gut durch, worauf man den Cylinder mit einer Glasplatte bedeckt und das Ganze ungefähr 24 Stunden lang bei einer Temperatur von etwa + 28 bis 30° C. stehen lässt. Nachher bringt man das Gemenge in einen Porcellanmörser, übergiesst es mit kaltem Wasser und wäscht es so lange damit aus, bis die zurückbleibende Wolle nicht mehr sauer reagirt. Die noch feuchte Wolle wird zuletzt durch die Behandlung mit kochendem Wasser von den letzten Spuren schwefelsauren Kalis, die von der Faser der Wolle hartnäckig zurückgehalten werden und der Collodiumlösung ein opalisirendes Aussehen geben, befreit.

Bleibt die Baumwolle 5 bis 6 Tage lang bei ungefähr + 30° C. in der Mischung liegen, so gewinnt die Collodiumwolle nur an Güte. Eine 10 bis 20 Minuten lange Behandlung der Baumwolle giebt ein unvollkommeneres Präparat.

Auch mit Natronsalpeter kann Collodiumwolle erhalten werden, wozu aber eine Schwefelsäure vom spec. Gew. 1,800 = 64,5° Baumé bei 15,5° C. erforderlich ist. Dieser Säure kann man die Formel $3\dot{H}\ddot{S} + 2\dot{H}$ geben.

Man hat zu nehmen:

33 Theile $3\dot{H}\ddot{S} + 2\dot{H}$, Aeq. = 165
17 " $\dot{N}a\ddot{N}$, " = 85
$\frac{1}{2}$ Theil Baumwolle.

Da im Handel oft eine Schwefelsäure von dem specifischen Gewichte vorkommt, wie sie zur Darstellung der Collodium-

---

lung der Collodiumwolle bestimmten Gewichtstheile aus jenen Zahlen berechnet sind. Zugleich zeigen dieselben, dass auch die bisher zur Darstellung des Präparats allgemein giltigen Gewichtsmengen: 15 oder 30 von der Schwefelsäure und 10 oder 20 vom Salpeter, jenen Zahlen entsprechen.

wolle vermittelst des Kalisalpeters erforderlich ist, so ist es bequemer, eine solche Säure zur Mischung mit dem fein gepulverten Natronsalpeter anzuwenden und das noch fehlende Wasser letzterem zuzumischen, wodurch die Zersetzung des Salzes rascher, als sonst, vor sich geht. Da aber die Mischung in kurzer Zeit krystallisirt und die obige Menge Baumwolle nicht leicht in ihr verarbeitet werden kann, so steht diese Methode in praktischer Hinsicht der mit Kalisalpeter nach.

Versuche haben mir gezeigt, dass die Menge Schwefelsäure, sowohl für die Mischungen mit Kali-, als auch mit Natronsalpeter sich, ohne der Güte der Collodiumwolle zu schaden, vermehren, ja sogar verdoppeln lässt, nur muss sie dann einen andern Wassergehalt haben. Die Schwefelsäure, welche dem Kalisalpeter in doppelter Menge (im Vergleich zu den frühern Mischungen) zugefügt wird, hat die Zusammensetzung $3\,\dot{H}\ddot{S} + 2\,\dot{H}$, eine solche also, wie sie zur Mischung mit dem Natronsalpeter, in einfacher Menge, erforderlich ist.

Um auf diese Weise Collodiumwolle zu erhalten, wären zu nehmen:

66 Theile $2\,(3\,\dot{H}\ddot{S} + 2\,\dot{H})$, Aeq. = 330
20 » $\dot{K}\ddot{N}$,
2 » Baumwolle.

Die Schwefelsäure, welche dem Natronsalpeter in doppelter Menge zuzufügen ist, muss wieder eine andere Zusammensetzung haben, nämlich:

$$2\,(3\,\dot{H}\ddot{S} + 2\,\dot{H}) + \dot{H} = 3\,\dot{H}^2\ddot{S} + (3\,\dot{H}\ddot{S} + 2\,\dot{H}).$$

Collodiumwolle wird erhalten, wenn man nimmt:

35 Theile $3\,\dot{H}^2\ddot{S}$, Aeq. = 174 spec. Gew. 1,780
33 » $3\,\dot{H}\ddot{S} + 2\,\dot{H}$, = 165
} Die Mischung beider Säuremengen hat ein spec. Gew. von 1,790 64°B. bei 15,5° C.
17 » $\dot{N}a\ddot{N}$,
1 » Baumwolle.

Da diese Mischung der Säuren und des Salzes beim ersten Versuch, nachdem sie 12 Stunden lang in der Zimmertemperatur gestanden hatte, die dann zugefügte Baumwolle noch etwas schwärzte und sie theilweise auflöste, so war zu vermuthen, dass die Schwefelsäure noch nicht Zeit genug gehabt hatte, den Natronsalpeter gehörig zu zersetzen. Bei einem neuen Versuch liess ich daher die Mischung der Säure und des Salzes 24 Stunden lang unter öfterem Umrühren stehen und alsdann wurde in dieser Mischung die Baumwolle gut durchgearbeitet, wobei sich nun durchaus keine Färbung der Wolle zeigte; nachdem hierauf das Gemenge 5 Tage lang bei einer Temperatur von ungefähr + 30° C. gestanden hatte, ergab es sich, dass die gewonnene Collodiumwolle von vorzüglicher Güte war. Diese Methode ist ausserdem deshalb recht bequem anzuwenden, weil die Mischung ziemlich flüssig bleibt und im Ganzen wenig saure Dämpfe verbreitet.

Aus diesen für den Kali- und Natronsalpeter erforderlichen, bestimmten Hydratzuständen der Schwefelsäure, ergiebt es sich, von welcher Beschaffenheit die Schwefelsäure sein muss, wenn man statt der salpetersauren Salze, zur Darstellung der Collodiumwolle, nur Salpetersäure nehmen will. Durch Versuche habe ich ermittelt, dass unter den Producten der Zersetzung aus: $\dot{K}\ddot{N} + 3\dot{H}\ddot{S} + \dot{H}$ das Glied: $\dot{K}\ddot{S}^2$ zur Erzeugung der Collodiumwolle unwirksam ist, eben so, wie unter den Zersetzungsproducten aus $\dot{N}a\ddot{N} + 3\dot{H}\ddot{S} + 2\dot{H}$ das Glied: $\dot{N}a\ddot{S} + \dot{H}\ddot{S}$. Daher kann man diese Glieder aus den Mischungen ausschliessen und erhält dann die Formel: $\ddot{S} + \ddot{N} + 4\dot{H}$ oder $\dot{H}^4\ddot{S} + \dot{H}\ddot{N}$, welche der, zur Erzeugung der Collodiumwolle, geeigneten Säuremischung entspricht. Und in der That liefern:

1 Aeq. $\dot{H}^3\ddot{S}$, von sp. Gew. = 1,632 = 56° Beaumé
und 1 „ $\dot{H}\ddot{N}$ „ „ „ = 1,518 bis 1,512 = 49,6 bis 49,12° B.
} bei 15,5° C.

eine Mischung, welche Baumwolle in eine vorzügliche Collodiumwolle verwandelt

Hat man eine concentrirtere Schwefelsäure und eine verdünntere Salpetersäure, so bestimmt man durch Berechnung die von beiden zunehmenden Mengen, um auf 1 Aeq. $\ddot{S}$ und 1 Aeq. $\ddot{N}$, 4 Aeq. Wasser zu bekommen.

Zur Darstellung von Collodiumwolle mit Salpetersäuremonohydrat hat man abzuwägen:

13 Theile $\dot{H}^3\ddot{S}$, Aeq. = 67
12 » $\dot{H}\ddot{N}$, » = 63
1 Theil Baumwolle,

letztere mit der bis ungefähr + 5° C. abgekühlten Säuremischung in einem Cylinderglase gut durchzuarbeiten und wie früher, so auch hier, das Gemenge bedeckt, gegen 24 Stunden lang bei + 5 — 8° C. stehen zu lassen, darauf die Säure, so viel als möglich, durch Auspressen fortzuschaffen und die rückständige Wolle mit kaltem Wasser vollkommen auszuwaschen. Versuche haben mir gezeigt, dass auch nach dieser Methode die Collodiumwolle weniger gut war, wenn die Baumwolle kürzere Zeit, etwa nur 1 Stunde lang, in der Säuremischung gelegen hatte.

Schliesst man von den Zersetzungsproducten der früher erwähnten Mischung aus Kalisalpeter und der doppelten Menge Schwefelsäure [$\dot{K}\ddot{N} + 2(3\dot{H}\ddot{S} + 2\dot{H})$] wiederum $\dot{K}\ddot{S}^2$ aus, so erhält man aus dem Reste die Formel zu einer Mischung, welche ebenfalls Collodiumwolle liefert. Es bleiben nämlich:

$$4\ddot{S} + \ddot{N} + 10\dot{H} \text{ oder } 3\dot{H}^2\ddot{S} + \dot{H}^3\ddot{S} + \dot{H}\ddot{N}.$$

Dasselbe Resultat wird man also auch erhalten, wenn man $\dot{N}a\ddot{S} + \dot{H}\ddot{S}$ von $\dot{N}a\ddot{N} + 2(3\dot{H}\ddot{S} + 2\dot{H}) + \dot{H}$ wegläßt.

Will man nach der hieraus resultirenden Formel Collodiumwolle darstellen, so sind zu nehmen:

33 Theile $3\dot{H}^2\ddot{S}$, } Die Mischung beider Säuremengen hat ein
13 » $\dot{H}^3\ddot{S}$, } spec. Gew. von 1,753 — 1,750 = 62° B.
bei 15,5° C.
12 » $\dot{H}\ddot{N}$,
1 Theil Baumwolle,

und auf obige Weise zu verfahren.

Ueberblickt man alle diese Darstellungsmethoden, so ergiebt sich aus ihnen auch noch der kleine Vortheil, dass man bei der Darstellung der Collodiumwolle an eine bestimmte Concentration der Schwefelsäure nicht gebunden ist, und dass man leicht Säuren von verschiedener Concentration irgend einer der angeführten Mischungen anpassen, oder leicht zurecht machen kann.

Mit den Mischungen aus Kali- und Natronsalpeter lässt sich auch in kürzerer Zeit, als oben angegeben, Collodiumwolle erhalten, wenn die Baumwolle mit ihnen etwa 1 Stunde lang bei ungefähr + 40 bis 50° C. behandelt wird, eben so, wie dies mit der Mischung aus Salpetersäure und der doppelten Menge Schwefelsäure der Fall ist. Die Mischung aber aus 13 oder 14 Th. $\dot{H}^3\ddot{S}$ und 12 $\dot{H}\ddot{N}$ (wenn letztere von zu gelber Farbe ist) verträgt keine so hohe, ja nicht einmal die Zimmertemperatur, weil die dabei auftretende Untersalpetersäure die Eigenschaft der Collodiumwolle, wenigstens in der Hinsicht, verändert, dass die Auflösung derselben in alkoholhaltigem Aether auf einer Glasscheibe verdampft, nicht wie die gute Collodiumwolle durchsichtige, sondern opalisirende Häutchen (das eigentliche Collodium) giebt. Wenn das angewendete Salpetersäuremonohydrat viel Untersalpetersäure enthielt, so bekommen die Häutchen ein milchweisses, trübes Aussehen, und umgekehrt, wird das Collodium (d. h. die Häutchen) um so klarer und farbloser, je weniger Untersalpetersäure im Spiele war.

Hierbei muss ich bemerken, dass ich mit einer Salpetersäure gearbeitet habe, die hellgelb, also nicht ganz frei von Untersalpetersäure war, wovon 12 Theile mit 13 Th. $\dot{H}^3\ddot{S}$ eine fast farblose Mischung und diese klares Collodium gab. Dass die Trübung von einem, nicht zum Collodium gehörigen,

Bestandtheil herrührt, ist mir wahrscheinlich. Ferner muss ich aus meinen verschiedenartigen Versuchen schliessen, dass man mit einem reinen, wasserhellen Salpetersäuremonohydrat, auch bei einer angemessenen höhern Temperatur, das klarste Collodium wird darstellen können.

Wird die Baumwolle mit den Mischungen aus Schwefel- und Salpetersäure bei 0° behandelt, so geht die Bildung der Collodiumwolle zwar vor sich, aber nur langsam und nicht vollkommen. Die Temperatur von + 5 bis 8° C. schien mir für ein gutes Präparat die günstigste zu sein.

Die nach allen diesen Methoden dargestellte Collodiumwolle, besonders die, welche gleich nach dem Auswaschen stark ausgepresst und nachher zwischen Fliesspapier von der noch anhängenden Feuchtigkeit möglichst befreit ist, löst sich ausserordentlich leicht in einem Gemenge von 7 bis 8 Theilen gewöhnlichen reinen, wasserhaltigen Aether und 1 Theil absoluten Alkohol. Diese Auflösung lässt sich mit gleichem Theile und noch mehr Aether verdünnen, ohne etwas vom Gelössten auszuscheiden.

Wenn man so viel Collodiumwolle mit dem Alkoholäther zusammenschüttelt, dass eine Auflösung von ähnlicher Consistenz entsteht, als 2 Theil Zucker in 1 Theil Wasser geben, so sieht die Collodiumauflösung fast klar aus, und nur nach längerem Abstehen derselben bemerkt man einen sehr geringen Bodensatz, in welchem oft die Reste von der Verunreinigung der Baumwolle sichtbar werden, die bei der fabrikmässigen Bearbeitung der scheinbar reinsten Handelswaare vorkommen.

Die vollkommen trockene Collodiumwolle lösst sich in dem Alkoholäther etwas langsam, eigentlich träge, auf, eine Eigenschaft, die an dem Präparate am auffallendsten ist, welches bei niedrigern Temperaturgraden erhalten worden ist. Wird aber trockene Collodiumwolle mit Wasser angefeuchtet und auf obige Weise ausgepresst, so löst sie sich nun so leicht wie frische. Die Collodiumwolle, welche vermittelst der Mischungen, sowohl aus Kalisalpeter, als auch Salpetersäuremonohydrat, mit der sogenannten einfachen Menge Schwefelsäure bei höherer Temperatur dargestellt ist, wird in einer

Mischung aus 8 Theilen wasserfreien Aethers und 1 Theil absoluten Alkohols, durch anhaltendes Schütteln, meist nur vertheilt und wenig gelöst. Vermittelst der Mischungen, sowohl aus Salpetersäure, als auch aus Kali- und Natronsalpeter, mit der doppelten Menge Schwefelsäure und bei ungefähr + 30° C. dargestellte Collodiumwolle, lässt sich in diesem Alkoholäther nicht einmal vertheilen und scheint darin unlöslich zu sein. Der von Alkohol und Wasser freie Aether allein löst fast nichts von der Collodiumwolle, auch selbst dann nicht, wenn er wasserhaltig ist. Ganz so verhalten sich absoluter Alkohol und wässriger Weingeist zu der Collodiumwolle, welche bei viel niedrigerer Temperatur, als + 40 bis 50° C., dargestellt ist.

Die Collodiumwolle aber, welche vermittelst einer Mischung aus 13 Th. $\dot{H}^2\ddot{S}$ + 12 Th. $\dot{H}\ddot{N}$ und 1 oder 2 Theilen Baumwolle während 2 Stunden langer Behandlung bei + 40 bis 50° C. erhalten ist, löst sich in absolutem Alkohol und giebt eine eben solche dickflüssige und klare Auflösung, wie eine gewöhnliche gute Collodiumauflösung, welche vermittelst Alkoholäther gewonnen wird. Diese alkoholische Auflösung verdunstet sehr langsam und hinterlässt, auf einer Glasscheibe ausgetrocknet, klare, farblose, feste, ganz dem Collodium ähnliche Häutchen. Die Eigenschaft dieser Art von Collodiumwolle, sich in absolutem Alkohol zu lösen, habe ich erst vor Kurzem entdeckt und aus Mangel an Zeit noch nicht näher studiren können. Ich beabsichtige jedoch, diesen Gegenstand genauer zu verfolgen und hoffe, dass dessen speciellere Kenntniss zu interessanten Resultaten führen wird.

Die Collodiumwolle angezündet, verpufft nicht so heftig, als die sogenannte Schiesswolle (welche gewöhnlich, entweder vermittelst höchst concentrirter Schwefel- und Salpetersäure, oder höchst concentrirter Schwefelsäure und Salpeter gewonnen wird), sondern etwas langsamer, eigentlich ruhiger, und hinterlässt nur selten einen geringen kohligen Rückstand.

In der Absicht, eine Collodiumwolle zu einer Analyse darzustellen, wurde eine reine ausgesuchte Baumwolle zuerst mit einer verdünnten Auflösung von kohlensaurem Natron, alsdann mit salpetersäurehaltigem Wasser behandelt und end-

lich mit reinem, zwar nur mit kaltem, Wasser ausgewaschen. Von der gut getrockneten Wolle wurde eine Drachme mit 14 dr. $\dot{H}^3\ddot{S}$ und 12 dr. $\dot{H}\ddot{N}$ 40 Stunden lang bei ungefähr + 6° C. zusammenwirken gelassen, nachher wie gewöhnlich mit kaltem Wasser gewaschen und bei ungefähr + 30° C. getrocknet. Die so gewonnene Collodiumwolle liess sich bei 100° C. in einem Strome von trockener Luft 2 Stunden lang erhitzen, ohne von ihrem Gewichte auch nur das Geringste zu verlieren, ausser einer höchst geringen Menge Feuchtigkeit, die sich gleich zu Anfang der Operation zeigte und durchaus nicht sauer reagirte. Sie löste sich in Alkoholäther eben so leicht und vollkommen, nach, wie vor dem Erhitzen. Auch mit Kupferoxyd gemengt, liess sie sich ohne Gewichtsverlust bei 100° C. in trocknem Luftstrome erhitzen. Diese Collodiumwolle, in einem Glasgefässe mit einem Glasstöpsel verschlossen, hat sich bisher, fast 3 Jahre lang, ganz unverändert erhalten. Eben so liess sich bei 100° C. trocknen: 1) die Collodiumwolle, welche dargestellt wurde vermittelst einer Mischung aus 13 Th. $\dot{H}^3\ddot{S}$ + 12 Th. $\dot{H}\ddot{N}$, womit 1 Th. gewöhnlicher Baumwolle 2 Stunden lang bei + 40° C. in Berührung stand; 2) aus 31 Th. $3\dot{H}\ddot{S}$ + $\dot{H}$, + $20\dot{K}\ddot{N}$, + 1 Th. Baumwolle, und 3) aus 35 Th. $3\dot{H}^2\ddot{S}$ + 33 Th. $3\dot{H}\ddot{S}$ + $2\dot{H}$, + 17 Th. $\dot{N}a\ddot{N}$, + 1 Th. Baumwolle, welche beide letztern Gemenge 5 Tage lang bei ungefähr 30° C. behandelt waren.

In der Voraussetzung, dass die mit kohlensaurem Natron etc. behandelte Baumwolle die reinste Collodiumwolle geliefert hatte, wurde eine solche, welche, bei 100° C. getrocknet, unverändert blieb, in Alkoholäther gelöst und die ziemlich dünnflüssige Auflösung zum Absetzen hingestellt, wobei sich am Boden des Gefässes einige Fäserchen ablagerten. Dieses Präparat konnte daher nicht als ein chemisch reines Product gelten, auch abgesehen davon, dass in dieser Collodiumwolle, durch eine geringe Menge Untersalpetersäure, welche in der zur Darstellung verwendeten Salpetersäure enthalten war, wahrscheinlich noch ein besonderer Körper sich befand, der die früher erwähnte milchweisse Trübung des Collodiums verursachte.

Alle von mir angestellten Elementaranalysen obiger Collodiumwolle, haben deshalb noch nicht zu solchen Resultaten geführt, die der Oeffentlichkeit übergeben werden könnten. Zur Ausführung der Analysen selbst, wurde die, vermittelst einer Pincette sorgfältig ausgesuchte und fein zerschnittene Collodiumwolle, einmal im Mörser, ein anderes Mal im Verbrennungsrohr, mit Kupferoxyd sowohl, als auch mit chromsaurem Bleioxyd gemengt, das Verbrennungsrohr eben so, wie bei jeder andern Analyse eines stickstoffhaltigen Körpers, vorgerichtet, bei 100° C. ein Strom trockener Luft durchgeleitet, nachher die Verbrennung unternommen und dieselbe unter Anwendung eines Stromes Sauerstoff beendigt. Die Verbrennungen konnten mit der grössten Bequemlichkeit regelmässig geleitet werden, indem während der ganzen Dauer derselben, durchaus keine stürmische Gasentwicklung Statt fand.

—

Für die Darstellung von Collodiumwolle ist also die wichtigste Bedingung, die Menge des Wassers zur gegebenen Menge Schwefel- und Salpetersäure möglichst genau zu bestimmen. In dem Masse, als mehr oder weniger Wasser in die Mischungen gebracht wird, erhält man eine schlechtere oder gar keine Collodium-Wolle. Höchst concentrirte Schwefelsäure liefert eine, schon in der Zimmertemperatur sich leicht zersetzende, in frischem Zustande gute, mehr verdünnte Schwefelsäure hingegen, eine schlechte Schiesswolle, welche in Alkoholäther sich beide nicht lösen. Es kann die Baumwolle, je nach dem Hydratzustande der Säuren, von einer höchst löslichen Form, stufenweise bis zur ganz unlöslichen gebracht werden. Wenn durch die Anwendung einer zu concentrirten Schwefelsäure eine unlösliche Schiesswolle erhalten worden ist, so kann diese bald löslich gemacht werden, wenn sie in die richtige Säuremischung gebracht wird, und umgekehrt, kann eine gute Collodiumwolle in unlösliche Schiesswolle verwandelt werden. Es giebt z. B. Baumwolle, mit einer Mischung aus 14 Th. $3\dot{H}\ddot{S} + \dot{H}$ und 12 Th. $\dot{H}\ddot{N}$ behandelt, ein unlösliches Product, welches, wenn es in die Mischung

aus 14 Th. $\dot{H}^3\ddot{S}$ und 12 Th. $\dot{H}\ddot{N}$ gebracht wird, sich in lösliche Collodiumwolle verwandelt.

Da es sich in Folge aller dieser Versuche herausgestellt hat, dass: 1) der Hydratzustand der Schwefelsäure, 2) eine gewisse Menge Untersalpetersäure in dem Salpetersäuremonohydrate, 3) die Temperatur, und 4) die Zeit bei der Erzeugung der Collodiumwolle von Einfluss sind, so kann man wohl annehmen, dass die von verschiedenen Chemikern bei der Analyse der Schiesswolle erhaltenen, sehr abweichenden Resultate, in einer verschiedenen Beschaffenheit des angewendeten Präparates ihren Grund haben.

Auch scheint es mir nicht überflüssig zu sein, schliesslich darauf aufmerksam zu machen, dass — da die Collodiumwolle bei 100° C. getrocknet und an der atmosphärischen Luft aufbewahrt werden kann, ohne dass sie sich verändert — dieses Präparat eine brauchbare, vielleicht die echte Schiesswolle sein dürfte.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 14.)

$\frac{17}{29}$ Décembre 1852.

Les vents qui soufflent à Kharkov suivent-ils la loi découverte par M. Dove? Par M. le professeur LAPSCHINE.

(Avec 2 planches.)

Les recherches du célèbre physicien allemand M. Dove ont constaté la loi de la succession des vents, à laquelle l'on a donné son nom. M. Dove a soumis au calcul les observations faites à Paris et dans plusieurs autres endroits de l'Europe occidentale sur la direction des vents, sur la pression atmosphérique et sur l'état du ciel. Plus une loi quelconque de la science est importante, plus son développement et son application au plus grand nombre possible de cas particuliers sont intéressants. Dans cette intention nous avons consulté les observations météorologiques faites à Kharkov. Après en avoir tiré les éléments pour la solution du problème des vents, nous avons cru devoir communiquer au monde savant les résultats de nos recherches. Nous nous sommes proposé de résoudre la question suivante: les vents qui soufflent à Kharkov suivent-ils la loi découverte par Dove? Cette thèse remarquable se déduit aussi bien évidemment de nos observations, malgré la courte durée de 5 années. Ainsi donc une ville lointaine de la Russie doit s'ajouter encore à tous les lieux qui ont été l'objet de semblables expériences.

Les recherches que nous présentons ici se divisent en trois parties. La première contient la solution du problème par la méthode de Bessel, au moyen de la formule trigonomé-

trique qui exprime si bien la connexion intime entre les vents et le baromètre. La seconde partie contient l'application de la méthode graphique à la découverte de la succession des vents dans un sens déterminé. Dans la troisième partie nous donnons la description de l'appareil au moyen duquel nous avons fait nos observations sur les vents.

§ 1.

Il est bien connu qu'il existe toujours une certaine correspondance entre la direction du vent et la hauteur barométrique; nous pouvons donc considérer la dernière comme la fonction de la première et exprimer cette relation par une série trigonométrique:

$$b_x = a^0 + a' . \sin . (v' + \frac{2\pi}{n} . x) + a'' . \sin . (v'' + \frac{2\pi}{n} . 2x) + \text{etc.}$$

b_x est la hauteur du baromètre correspondante à un vent $\frac{2\pi}{n} . x$.

n, le nombre de vents observés, c'est-à-dire 8 ou 16.

a^0, a', a'', v', v'', les constantes, pour la détermination desquelles il faut employer la méthode des moindres carrés.

Le tableau suivant présente les moyennes des hauteurs barométriques, la direction du vent et l'état du ciel.

Tableau I.

	Hauteur barométrique.	Nombre des vents.	État du ciel.		Différence.
			beau.	couvert.	
N.	594.53	326	99	86	+ 13
NE.	595,44	864	233	194	+ 39
E.	594,76	2124	477	542	— 65
SE.	592,25	1941	362	553	—191
S.	591,18	519	106	163	— 55
SO.	591,00	1037	243	312	— 69
O.	591,40	1699	396	447	— 51
NO.	593,04	2366	603	561	+ 42

Il résulte de ce tableau que

1) le maximum de la hauteur barométrique correspond au vent NE;
2) le minimum de la hauteur barométrique correspond au vent SO;
3) la hauteur barométrique moyenne correspond au vent NO;
4) le baromètre commence à tomber dans la région des vents d'Est, et à monter du côté opposé de l'horizon. Aux abaissements et aux élévations du baromètre correspond toujours une suite régulière de vents de l'Est de l'horizon vers l'Ouest par le Sud, et de l'Ouest vers l'Est par le Nord;
5) l'état du ciel est toujours en correspondance avec la direction du vent, ainsi qu'avec l'abaissement et l'élévation du baromètre: le ciel se couvre de nuages quand le baromètre tombe, et devient beau quand il monte;
6) le ciel est beau chez nous quand règnent les vents du NO, du N. et du NE.

En substituant les données du tableau ci-dessus aux expressions suivantes

$$\begin{aligned}
a^0 &= \tfrac{1}{8}\,(0 + 1 + 2 + 3 \ldots . 7)\\
a'.\sin v' &= \tfrac{1}{4}\,(0 - 4 + (1 - 3 - 5 + 7)\cos 45^0\,.)\\
a'\cos v' &= \tfrac{1}{4}\,(2 - 6 + (1 + 3 - 5 - 7)\cos 45^0\,.)\\
a''\sin v'' &= \tfrac{1}{4}\,(0 - 2 + 4 - 6)\\
a''\cos v'' &= \tfrac{1}{4}\,(1 - 3 + 5 - 7)
\end{aligned}$$

où (0), (1), (2), (3).... (7) désignent les hauteurs barométriques correspondantes aux vents

$$\frac{2\pi}{n}.0,\quad \frac{2\pi}{n}.1,\quad \frac{2\pi}{n}.2 \ldots\ldots \frac{2\pi}{n}.7,$$

nous aurons pour Kharkov

$$\begin{aligned}
b_x = 592{,}95 &+ 2\,.\,3042\,.\sin(49^0\,.\,52'\,.\,28''{,}6 + 45\,.\,x)\\
&+ 0\,.\,2576\,.\sin(291^0\,.\,22'\,.\,46''{,}15 + 90\,.\,x).
\end{aligned}$$

Erreur probable $= 0{,}113.$

Le tableau suivant contient la comparaison des hauteurs barométriques obtenues par l'observation et par le calcul.

Tableau II.

	Hauteur du baromètre observée.	Hauteur du baromètre calculée.	Différence.
N.	594,53	594,60	— 0,07
NE.	595,44	595,53	— 0,09
E.	594,76	594,32	+ 0,44
SE.	592,25	592,46	— 0,21
S.	591.18	591,08	+ 0,10
SO.	591,00	590,98	+ 0,02
O.	591.40	591,58	— 0,18
NO.	593,04	592,86	+ 0,18

§ 2.

La solution la plus directe du problème de la succession des vents serait le calcul simple de tous les cas particuliers de l'observation. Mais malgré toute la patience qu'exige cet exercice d'arithmétique, la question ne peut être présentée dans tous ses détails, ni dans ses rapports avec les autres phénomènes, comme nous l'avons vu au moyen du baromètre et du calcul trigonométrique. Il y a encore une circonstance particulière qui rend la discussion bien difficile — c'est qu'il manque quelquefois aux journaux météorologiques la connaissance des changements du vent. Par exemple, nous avons le soir le vent du sud, et le lendemain nous trouvons marqué le vent du nord. Par quel côté de l'horizon a-t-il passé du sud au nord? est-ce par l'ouest, ou par l'est? Nous sommes aussi dans un embarras pareil en rencontrant dans le journal un vent d'est suivi d'un vent d'ouest. Aucune sagacité ne peut nous découvrir par où s'est dirigé le vent de l'est, par le sud, ou par le nord, pour arriver au point ouest de l'horizon?

Frappé par l'importance de ces circonstances, j'ai choisi pour mes recherches la méthode graphique qui m'a conduit

non seulement à la solution suffisante du problème de la succession des vents, mais encore à la construction d'un appareil qui nous offre un moyen sûr de compléter les observations ci-dessous mentionnées.

Le paragraphe suivant contient l'explication de la méthode graphique dont nous avons parlé.

Divisons le cercle en 16 parties et tirons les arcs d'un diamètre à l'autre, en désignant la succession des vents. Par exemple, le 1er janvier 1845 il y avait un vent d'ouest, et après il y eut les vents ONO., N., O., NO., SO. etc. Mettons le crayon sur le point *a*, planche I. fig. 1; l'arc tiré jusqu'à la ligne ONO. désigne le vent qui suit le vent d'ouest; 3 divisions plus loin nous avons le vent du nord; l'arc tiré dans le sens contraire est le signe du changement survenu dans la direction du vent. La longueur différente des arcs selon qu'ils s'éloignent du centre du cercle, n'a point de signification particulière. Tous les cas qui ne sont pas consignés dans le journal, et qui n'indiquent pas comment le vent est passé d'un côté de l'horizon à un autre diamétralement opposé, sont marqués par des points, la première fois par un point la seconde par deux, etc. On pourrait dire que le vent se rend *par saillies* d'un côté de l'horizon à un autre opposé.

Chaque cercle rempli de lignes courbes nous présente ainsi le tour entier des vents pendant un mois. La suite des vents dans un sens positif qui correspond à la loi de Dove, sera désignée par +; dans le sens contraire nous mettrons —. Tous les nombres dans les calculs suivants désignent $^1/_{16}$ partie de la circonférence.

Janvier 1845 (Fig. 1.)

[1er janvier jusqu'à 19.]

$$+4-4+2-5+2-6+9-4+9-3+17-2+11$$
$$=54-24=+30.$$

[19 — 24.] $-4+2-1+11-8=13-13=0.$

[25 — 31.]

$$+5-3+2-5+1-6+2-2+1-2+2-1=13-19=-6.$$

Somme totale: $\left.\begin{matrix} 54+13+13 \\ -24-13-19 \end{matrix}\right\} = 80-56 = +24.$

Le dernier nombre signifie que le vent a fait, pendant le mois de janvier, un tour de $1^1/_2$ circonférence dans le sens positif.

Avril 1845 (Fig. 2).

[1 — 12.]
$-4+3-1+2-4+4-4+16 = 25-13.$

[12 — 25.]
$-4+6+6+3-1+2-2+9+17+10-1+14 = 67-8.$

[25 — 30] $-2+26-5+10 = 36-7.$

Somme totale: $\left.\begin{matrix} 25+67+36 \\ -13-8-7 \end{matrix}\right\} = 128-28 = 100.$

Le vent a fait successivement 6 tours entiers.

Juillet 1845 (Fig. 3).

[1 — 2.] $+6-4+6 = 12-4.$
[3.] • Le vent saillit du SE. vers le NO.
[3 — 22.] 48 — 40.
[23.] : Le vent saillit du SE. vers le NO.
[24.] :• Le vent saillit du NO. vers le SE.
[24 — 28.]. 24 — 8.
[39.] :: Le vent saillit du SE. vers le NO.
[29 — 31.] 7 — 7 = 0.

Somme totale: $\left.\begin{matrix} 12+48+24+7 \\ -4-40-8-7 \end{matrix}\right\} = 91-56 = 32.$

Le vent a fait, pendant le mois de juillet, 2 tours de circonférence.

Novembre 1845 (Fig. 4).

[1 — 9.] 15 — 4 = 11.
[9 — 27.] Les vents SE.
[27 — 30.] 3 — 4 + 10 — 3 = 13 — 7.

Somme totale: $\left.\begin{matrix} 15+4+13 \\ -4-4-7 \end{matrix}\right\} = 32-15 = 17.$

Décembre 1845 (Fig. 5).

[1 — 31.] 85 — 69 = 16.

Janvier 1846 (Fig. 6).

[1 — 7.] 11 — 23.
[8 — 16.] 17 — 19.
[17 — 24.] 21 — 4.
[25 — 30.] 15 — 22.
[31.] • Le vent saillit du SE. vers le NO.

Il est bien probable que le vent a fait son tour dans le sens positif, parce qu'il soufflait constamment à l'ouest de l'horizon. (Voir la Fig.) Ainsi nous aurons encore

$$+8^{(+)} - 2 + 1 = 9 - 2 = 7.$$

Somme totale: $\left.\begin{matrix} 11+27+21+15+1 \\ -23-19-4-22-2 \end{matrix}\right\} = 65 - 70 = -5.$

Note. Si nous ajoutons à ce résultat le nombre $+8^{(+)}$ qui exprime le demi-tour qu'a fait le vent pendant qu'il saillissait du SE. vers le point NO., nous aurons

$$65 + 8 - 70 = +3.$$

Février 1846 (Fig. 7).

$$-71 + 71 = 0.$$

Les vents d'ouest ont été prédominants.

Juillet 1846 (Fig. 8).

$$46 - 56 = -10.$$

C'est le signe de l'excès des vents qui soufflaient dans le sens négatif.

Octobre 1846 (Fig. 9).

[1 — $1^1/_2$.] — 4 + 14 = 10.
[$1^1/_2$ — 31.] 49 — 59 = — 10.
Somme totale: $\left.\begin{matrix} 14+49 \\ -4-59 \end{matrix}\right\} = 63 - 63 = 0.$

A la fin de ce mois le vent restait au même point de l'horizon d'où il a commencé à souffler.

Décembre 1847 (Fig. 10).

[1 — 12.] 12 — 15 (les vents du SE.)
[13 — 14.] 4 — 2.
[14.] • Le vent saillit du ESE. vers le ONO.
[15 — 19.] 16 — 18 (les vents de NE. et d'Est).
⁝ Le vent saillit du ESE. vers le ONO.,
[19 — 21.] 20 — 14.
[21 — 31.] Les vents d'Est.
Somme totale: 52 — 39 = + 13.

Décembre 1848 (Fig. 11).

+ 2 — 2 + 2.
• Le vent saillit du point O. vers l'Est.
35 — 28.
⁝ Le vent saillit du point O. vers l'Est.
+ 2.
⁝• Le vent saillit du SE. vers le NO.
6 — 10.
⁝⁝ Le vent saillit du SO. vers le NE.
— 27 + 13.

Somme totale: $\left.\begin{matrix} 35 + 4 + 6 + 13 \\ -28 - 10 - 27 \end{matrix}\right\} = 58 - 65 = -7.$

Février 1849 (Fig. 12).

[1 — 7.] 21 — 21.
[8 — 15] 12 — 14.
[15.] • Le vent saillit du NE. vers le SO.
[15 — 28.) 42 — 36.
Somme totale: $\left.\begin{matrix} 21 + 12 + 42 \\ -21 - 14 - 36 \end{matrix}\right\} = 75 - 71 = 4.$

Juillet 1849 (Fig. 13).

[1 — 8.] 15 — 19.
• Le vent saillit du NO. vers le SE.

[9 — 18.] 21 — 15.

: Le vent saillit du point O vers l'Est.

[19 — 31.] 19 — 26.

Somme totale: $\left.\begin{matrix} 15 + 21 + 19 \\ -19 - 25 - 26 \end{matrix}\right\} = 55 - 60 = -5.$

Décembre 1849 (Fig. 14).

[1 — 9.] 4 — 4.

[10 — 19.] 14 — 27.

[19 — 23.] 8 — 8.

[24 — 27.] — 19 + 1.

[28 — 31.] 7 — 8.

Somme totale: $\left.\begin{matrix} 4 + 14 + 8 + 7 \\ -4 - 27 - 8 - 19 - 8 \end{matrix}\right\} = 36 - 66 = -30.$

Les données numériques tirées des exemples cités et des considérations semblables que nous avons omises pour être concis, servent de base aux deux tableaux suivants qui nous donnent une idée claire de la succession prédominante des vents dans le sens désigné par Dove, ou dans le sens positif.

Tableau III.

	1845		1846		1847		1848		1849		1845 — 49	
	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—
Janvier.....	80	56	73	70	104	46	34	24	76	52	73,4	48,4
Février.....	48	56	71	71	96	77	64	51	75	71	70,8	65,2
Mars.....	142	71	61	61	93	62	59	68	75	69	86	66,2
Avril.....	128	28	94	65	81	69	64	57	67	34	86,8	50,6
Mai.....	118	106	87	69	84	72	88	40	108	34	97	64,2
Juin.....	102	78	82	57	125	87	132	77	92	55	106,6	70,8
Juillet.....	91	59	46	56	135	88	77	57	55	60	80,8	64
Août.....	89	57	6	63	61	44	116	56	57	48	77	55,6
Septembre.	75	63	84	85	114	91	77	45	43	38	78,6	64,4
Octobre.....	72	64	63	63	93	68	81	74	77	36	77,2	61
Novembre.	32	15	53	55	70	57	96	62	45	45	59,2	46,8
Décembre..	85	69	106	76	52	39	58	65	36	66	67	63
Année.....	1062	722	882	791	1108	794	946	686	806	608	960,8	720,2
Différence..	+ 340		+ 91		+ 314		+ 260		+ 198		+ 240,6	

Tableau IV.

	1845	1846	1847	1848	1849	1845-49
Janvier	24	3	64	10	24	25.2
Février	— 8	0	19	13	4	5,6
Mars	71	0	31	— 9	6	19,8
Avril	100	29	12	7	33	36,2
Mai	12	18	12	48	74	32,8
Juin	24	25	38	55	37	35,8
Juillet	32	—10	47	20	— 5	16,8
Août	32	— 1	17	50	9	21,4
Septembre	12	— 1	23	32	5	14,2
Octobre	8	0	25	7	41	16,2
Novembre	17	— 2	13	34	0	12,4
Décembre	16	30	13	— 7	—30	4,5
Année moyenne	28,33	7,58	26,17	21,67	16,5	20,05
Parties de la circonférence	1,77	0,47	1,63	1,35	1,03	1,25

Il résulte de ces tableau que

1) durant l'année moyenne, le vent a fait 60 tours dans le sens positif, et 45 dans le sens négatif. Une telle prédominance dans la succession des vents selon le sens désigné par Dove contribue beaucoup à constater pour Kharkov la loi découverte par ce célèbre météorologue;

2) les plus petites différences dans la direction des vents correspondent aux mois de février et de décembre. Par conséquent, les vents qui soufflent pendant ces mois sont les plus variables;

3) les plus grandes différences dans la direction des vents correspondent aux mois d'avril, de mai et de juin;

4) la différence moyenne annuelle tombe sur les mois de mars et d'août;

5) l'année 1846 nous présente le phénomène de la domination des vents négatifs;

§ 3.

Appareil pour l'observation des vents.

Les données numériques sur lesquelles se basent les recherches du § précédent, ne présentent que les observations faites pendant le jour. La direction du vent pendant la nuit reste tout-à-fait inconnue. Outre cela, *les saillies du vent* ainsi que nous avons appelé son passage d'un point de la demi-circonférence à un autre, rendaient la discussion bien difficile. Mais si les vents, pendant le jour, se succèdent en général dans le sens positif, il n'y a aucune raison pour que le même phénomène se passe autrement pendant la nuit. En effet, les observations sur la direction des vents au moyen de notre appareil particulier mettent notre hypothèse hors de doute; nous pouvons bien savoir quel était en général le mouvement du vent pendant qu'on ne faisait pas d'observations. Dans ce cas, la question *de la saillie du vent* se résout tout simplement, c'est-à-dire qu'elle devient superflue dans les recherches.

En présentant la solution de ce problème au jugement des physiciens, je donnerai la description de la girouette dont je me sers depuis longtemps, et du cerceau au moyen duquel j'ai réussi cet été d'atteindre au but de mes recherches.

Ma girouette est construite sur le toit de l'édifice de l'université où se trouve le cabinet de physique. L'axe de la girouette passe par le plafond du cabinet; la partie supérieure et l'inférieure sont en acier, la forme en est cylindrique et de l'épaisseur d'un doigt [(1) et (2) de la Fig. 1 Planche 4]. La partie moyenne *BB* est en bois et d'une épaisseur double.

L'entonnoir *Q* et le petit tuyau cylindrique *C* qui entoure la partie extérieure de l'axe, préservent tout le reste de l'appareil de la pluie et de la neige.

PP sont les barres en fer et des clous qui soutiennent l'axe de la girouette sur le toit.

NN-garniture en fer de la partie inférieure de la barre de bois *B*.

Fig. 2. *MM* une plaque de fer de fonte qui repose sur deux petites roues *EE*. Par le centre de la plaque passe la partie inférieure (2) de l'axe de la girouette.

RS l'aiguille qui montre la direction du vent. A l'extrémité de l'aiguille il y a une pointe *O*.

Fig. 3. Un mécanisme particulier rend l'aiguille très mobile. Sur les planches du plafond par lesquelles passe la barre de la girouette, se trouve une boite en fer *AD;* il y a au dedans deux petites roues *EE*, qui tournent sur leurs axes *FF*. Sur ces roues repose une plaque métallique en forme d'un cercle *MMM*. Puisque le frottement n'est pas considérable, le mouvement rotatoire du cercle est libre et léger. Tout ce qui appartient à l'appui de l'axe de la gironette est couvert d'un entonnoir de fer blanc pour conserver de la poussière.

La Fig. 2 nous présente de côté la partie de l'appareil qui vient d'être décrit.

La Fig. 4, planche 5 présente le cercle principal des vents qui est entouré d'un anneau assez large. Le cercle principal est attaché au plafond du cabinet: il est divisé en 16 parties; chaque quart de la circonférence est divisé en 10 degrés de 1° à 1°. Le diamètre du cercle est de 21 pouces. L'aiguille nous montre immédiatement le point de l'horizon d'où souffle le vent.

Sur l'anneau qui entoure le cercle des vents nous voyons 8 paires de petits cercles avec autant d'aiguilles. Chaque paire de cercles est placée vis-à-vis d'un signe de vent. Les petits cercles sont divisés en 12 parties qui sont marquées par les chiffres 1 — 12.

On voit dans l'intervalle de chaque paire de petits cercles une aiguille *h*. L'aiguille du vent en rencontrant celle-ci dans son mouvement, la pousse au moyen de la pointe *O*. Si le vent est assez fort, l'aiguille du cercle du vent saillit par l'extrémité de l'aiguille *h* et ainsi la dépasse. En même temps une des aiguilles des petits cercles saute d'une division à l'autre. Le mouvement rétrogarde du vent fait sauter la petite aiguille de l'autre cercle. Ainsi, après avoir mis la veille toutes les aiguilles de l'anneau auxiliaire sur le point initial

l, et après avoir marqué l'état de la grande aiguille, nous pouvons le lendemain juger, d'après le changement dans la position des petites aiguilles, quel a été le vent pendant la nuit. Nous citerons, à la fin, quelques exemples d'observations qui nous donneront une idée plus claire de ce sujet.

La Fig. 5 (planche 6) présente la partie intérieure de l'anneau auxiliaire et tout le mécanisme dont dépend le mouvement des petites aiguilles. *AA* une paire de roues dentelées. Le mouvement des roues est réglé par un ressort *a* à cause du mouvement de l'aiguille *h*. Cette aiguille est assujettie par son extrémité au point *n*, où elle peut se tourner à gauche et à droite. La partie extérieure de l'aiguille a le mouvement libre entre *m* et *m*. Le rectangle *klpq* soudé à l'aiguille *h*, quand elle se tourne, presse le ressort *a* qui saute une dentelure et tourne ainsi la roue. Pour soutenir toujours le ressort *a* dans la position nécessaire, et pour que le mouvement soit bien réglé, on se sert d'un ressort rond *c* et d'un rampon *bb*, sur la partie saillante du quel repose le ressort *a*. Les ressorts *ee* tendent à donner à l'aiguille *h* une position intermédiaire; le ressort *gg*, en saisissant par dessous les deux roues, lui donne une position stable communiquée par le mécanisme décrit ci-dessus.

Sur le plancher du cabinet, en face du cercle principal se trouve un piédestal ayant un miroir rond; tous les signes des vents ainsi que la position des aiguilles se réfléchissent dans ce miroir. On met chaque soir les petites aiguilles sur le point initial.

Les petits cercles en les comptant à partir de la droite du point Nord sont marqués successivement par +, les autres par —. Le déplacement des aiguilles positives est le signe du mouvement du vent dans le sens de la loi cherchée. Mais si le déplacement des aiguilles négatives prédomine celui des aiguilles positives, alors c'est une preuve que le vent a eu une direction contraire.

Exemples.

1) 21 juillet (2 août) 1852, à 9 heures du soir l'aiguille était entre NNO. et NO; la position des autres:

	NO.	N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.
—	6	1	3	2	2	1	1	3
+	1	1	3	2	2	1	1	1

22 juillet (3 août), matin, 6 heures: l'aiguille entre SE. et S.; les autres aiguilles:

	NO.	N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.
—	7	2	5	6	4	3	2	4
+	1	2	4	5	4	2	1	1

Ainsi la marche de l'aiguille était

	NO.	N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.
—	1	1	2	4	2	1	1	1
+	0	1	1	3	2	0	0	0

c'est-à-dire le vent allait de NNO. au delà l'aiguille *h* par NO., O., SO., S. dans le sens —. Les zéros dont les vents O., SO. et S. sont accompagnés nous montrent que le vent ne changeait pas de direction. L'aiguille principale après avoir passé aiguille *h* (SE.) dans le sens —, jaillit du côté +, et ensuite de nouveau du côté —; par conséquent, nous avons — 2 et + 1. Près du point *E* d'abord de faibles vibrations poussèrent l'aiguille une fois sur le côte —, puis elle passe au delà de *h* (encore — 1); elle se retourna ensuite (+ 1), puis à gauche, à droite, à gauche jusqu'à NE. Ici le vent pousse l'aiguille (— 1), saillit au de-là (encore — 1). Près du point *N* l'aiguille sauta une fois dans —, se retourna au + et alla ainsi plus loin par NE. (+ 1), E. (+ 1), et après avoir passé SE. (+ 1) se plaça entre SE. et S.

2) 23 juillet (4 août), 9 heures du soir. L'aiguille principale montre ESE; la position des autres:

	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	N.	NE.
—	5	1	1	1	1	1	1	1
+	5	1	1	1	1	1	1	1

24 juillet (5 août), 9 heures du matin. L'aiguille principale montre SE; la position des autres:

	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	N.	NE.
—	12	11	1	1	1	1	1	9
+	11	12	1	1	1	1	1	6

Différence de position:

	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	N.	NE.
—	7	10	0	0	0	0	0	8
+	6	11	0	0	0	0	0	5

Il est evident que le mouvement prédominant près d'E. a été négatif et que le vent a passé d'E. vers le NE.; de là, après quelques vibrations, il s'est retourné vers E. et SE. Les zéros qui sont vis-à-vis les signes S., SO., O., NO., N. montrent que le vent n'a pas atteint cette partie de l'horizon.

3) 24 juillet (5 août) le matin. L'aiguille est sur SE., les autres:

	SE.	S.	SO.	O.	NO.	N.	NE.	E.
—	11	1	1	1	1	1	9	12
+	12	1	1	1	1	1	6	11

Le soir du même jour l'aiguille est sur E, les autres:

	SE.	S.	SO.	O.	NO.	N.	NE.	E.
—	2	6	2	7	8	4	11	1
+	3	7	5	9	9	3	11	12

Différence de position:

	SE.	S.	SO.	O.	NO.	N.	NP.	E.
—	3	5	1	6	7	3	2	1
+	3	6	4	8	8	2	5	1

Il suit de là que le vent allait successivement vers S., SE. etc. jusqu'au point E.

Les nombres égaux — 3 et + 3, correspondant au vent SE. montrent qu'au commencement le vent avait pris la direction négative et étant passé par *h*, de là il s'était retourné à droite. Après avoir sailli deux fois, l'aiguille s'était mise au côté + et s'était dirigée vers S. A cause du mouvement prédominant positif près de ce point, l'aiguille se plaça entre S.

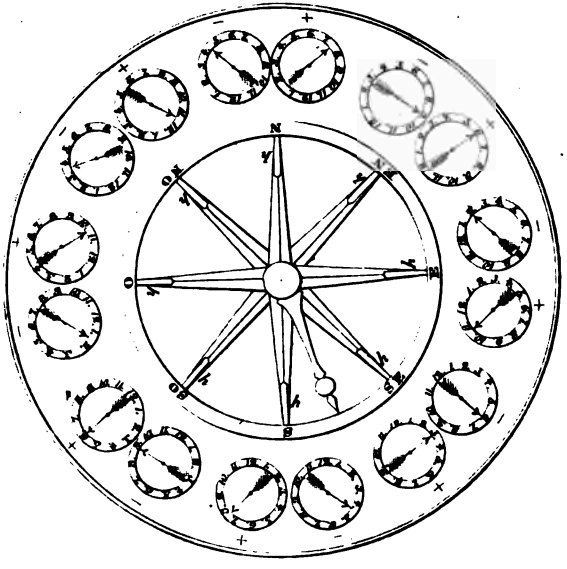
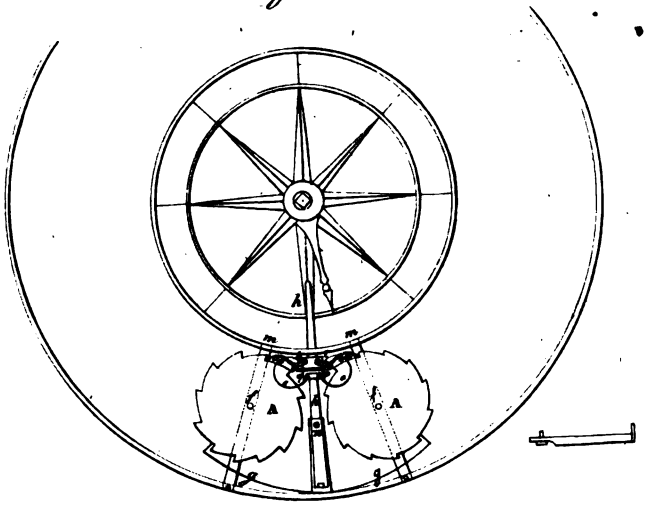


Fig. 5.



et SO. Les nombres — 1 et + 4 signifient que l'aiguille, à cause de la faiblesse du vent avait poussé l'aiguille *h* deux fois en avant, puis elle l'avait dépassé, avait fait un mouvement de retour, et à la quatrième fois avait sailli par *h* et s'était mise entre SO. et O. Les nombres — 3 et + 2 correspondant au vent N. signifient que l'aiguille, après avoir passé au commencement par *h*, s'était retournée deux fois; elle l'avait passé seulement sans saillir. La troisième fois elle l'avait passé et s'était mise pour la seconde fois du côté +. Les nombres — 1 et + 1 nous montrent que l'aiguille, après avoir passé *E* dans le sens positif, s'était retournée à gauche.

(Tiré du *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 19.)

$\frac{3}{15}$ December 1852.

Ueber die Eismulden im östlichen Sibirien (Наледи der Sibirischen Russen); von C. v. DITMAR.

Am geeignetsten scheint mir die Benennung Eismulden für jene nieschmelzenden Eismassen, welche sich nicht selten in den höheren Thälern des östlichen Sibirien finden. Abgesehen von der fast immer muldenförmigen Gestalt der Massen selbst, scheint mir besonders der Umstand diesen Namen zu rechtfertigen, dass eine muldenförmige Ausbiegung der Thalsohle eine der wichtigsten Bedingungen für die Bildung der Eismulden ist. Dem russischen Namen Наледь (Bildung durch Auf- oder Uebersprudeln) ist eine weniger wichtige Bedingung zur Bildung der Eismulden zu Grunde gelegt; denn nicht überall, wo ein Quellbach strömt, werden sich so bedeutende Eismassen im Winter bilden, dass sie die Hitze des Sommers nicht schmelze. Nur wo ein Quell eine muldenförmige Thalsohle trifft, finden wir diese oft kolossalen Eisablagerungen. Von den Jakuten werden die Eismulden in ihrer Sprache Tarinne [1]) (Тарынъ) genannt.

---

1) Das Wort *Tar* bedeutet bei den Jakuten geronnene Milch. *Tarinn* mag wohl etwas Aehnliches bedeuten. Die Aehnlichkeit solcher runder, weisser Eismassen mit einer mit geronnener Milch gefüllten Schaale ist kaum zu leugnen.

Die Eismulden im Turachtach-Thal.

Den 2ten August 1851 verliess ich die an der Maja gelegene Station Hondekan, um meinen Weg nach Ajan fortzusetzen. Der kaum angedeutete Reitweg führt von hier ab auf dem rechten Ufer der Maja. Man übersteigt zuerst einen mit Wald bewachsenen Bergrücken von mittlerer Höhe und gelangt, ungefähr 30 Werst von der Station (nach der Angabe der Jakuten), in das Thal des Hondekan-Baches, welcher nicht gar weit von der Station in die Maja mündet.

Am 3ten August folgten wir von früh am Morgen dem Hondekan-Bach stromauf in NO.-Richtung und erreichten um 2 Uhr nach Mittag seine Quellen, am Fusse eines von S. nach N. streichenden Bergrückens. Es ist dieser der Bergrücken, welcher das Hondekan-Thal von dem Turachtach-Thal trennt, und zugleich die Wasserscheide zwischen den gleichnamigen Bächen bildet. Von beiden Seiten erhebt sich das Land recht steil zu einem schmalen Kamm, welcher aufs Ueppigste von kriechenden Zirbelkiefern, Gesträuchen von Ebereschen und Erlen, altem Birken-Walde, Weiden und Fichten bestanden ist. Nirgends liessen sich hier Spuren von Schnee oder Eis entdecken, im Gegentheil sprach die ganze Vegetation dafür, dass der Schnee hier auf der Höhe nicht viel später verschwinde, als es überhaupt in diesen Theilen von Sibirien gewöhnlich ist, d. h. gegen Ende des Mai.

Von der Höhe des Kammes öffnet sich nach SO. das Turachtach-Thal, welches von einem Bach gleiches Namens durchströmt wird. Das Thal bildet zuerst eine enge, tief eingeschnittene und steil abfallende Rinne, auf deren Sohle das wenige Wasser des Baches mit grosser Heftigkeit der Tiefe zuströmt. Nach 5 bis 6 Wersten wird das Thal jedoch breiter, während die Neigung bedeutend abnimmt, und über den Kamm der schön bewachsenen Thalwände sieht man hier und da Massen von nacktem Gestein sich erheben, welche oft kegelförmig emporragen, dann aber wieder ruinenartige Felsbildungen zeigen. Je weiter wir kamen, desto mehr nahm die Neigung des Bodens ab. Der Turachtach Bach blieb noch wasserarm, bis sich von der linken Seite ein sehr wasserrei-

cher Quell in ihn ergiesst. Von diesem Punkte sah ich, weiter im Thal abwärts, eine grosse, stark glänzende, bläuliche Fläche durch die Bäume uns entgegenblitzen, und mein tungusischer Begleiter erklärte mir nun, auf meine Fragen, dass wir eine grosse, nieschmelzende Eismasse vor uns hätten, welche regelmässig vom Mai bis Ende August abnehme, vom September aber an wieder wachse.

Eine halbe Werst weiter hatten wir die Waldregion verlassen und standen am Rande einer baumlosen Wiese von sehr bedeutender Ausdehnung. Das ganze Thal hat hier seinen Charakter völlig geändert. Die Thalwände sind hier bedeutend flacher, jedoch, wie früher, ohne Ausnahme bewaldet. Das Thal selbst hat eine Breite von 200 Faden, und seine Sohle zeigt nur eine sehr geringe Neigung; denn der Bach, an Wasser durch den Quell reich geworden, breitet sich, bei verhältnissmässig geringer Strömung und ohne ein eigentliches Bett zu haben, im Thal aus und durchzieht in vielen kleinen Armen die grüne Wiese. Die Wiese nimmt nach ihrem Centrum allmälig an Ueppigkeit ab und umschliesst endlich nacktes Gerölle, welches wiederum kranzartig eine mächtige Eismasse einschliesst.

Der Tunguse, welcher auf seinen Jagdstreifereien dieses Thal zu allen Jahreszeiten besucht hatte, versicherte, dass der Quell, welcher ungefähr 2 Werst vom Eise, nach sehr kurzem Lauf, in den Turachtach-Bach mündet, nie gefriere und fast immer gleich wasserreich ströme, im Winter uud Frühjahr aber besonders seinen Lauf über das Eis nehme. Jetzt strömte das Wasser theils unter dem Eise, theils in tief eingeschnittenen Betten über dasselbe weg. Das Bett war fast ohne Ausnahme mit Geröllen gefüttert. Diese bestehen aus einem derben kalkhaltigen Sandstein, welcher am Ufer des Quelles, so wie in der obern Höhe des Thales ansteht. Häufig sieht man die Gerölle zu grossen Wällen zusammengewälzt, so dass man Moränen zu sehen glaubt; diese sind dann, der grossen Veränderlichkeit des Bettes wegen, wieder durchbrochen, wodurch das Gestein, von allen Seiten zusammengedrängt und aufgehäuft, mehr oder weniger grosse Haufwerke bildet.

Oft sieht man das Eis dicht von Geröllen erfüllt, so dass ein Conglomerat entsteht, in welchem das Eis das Cement ist. An anderen Stellen fand ich eine vollkommene Eisbreccie, d. h. eine zahlreiche Menge von trüben, schneeweissen oder durch Sand verunreinigten, eckigen oder etwas abgerundeten Bruchstücken von Eis, waren im vollkommen klaren Eise eingefroren. Nicht selten sind Conglomerat und Breccie mit einander gemengt. Die Grösse der Geröllstücke wechselt von der Grösse des feinsten Sandkorns bis zu kopfgrossen Stükken. Am häufigsten findet sich jedoch ganz reines klares Eis, welches in den tieferen Spalten eine eben so schöne blaue Farbe zeigt, wie man sie nur an den Gletschern der Schweiz beobachten kann. Das Eis ist ungemein dicht und hart, schliesst nur selten und wenige Blasen ein und zeigte 1 Fuss unter der Oberfläche — 1° R. Jetzt am Abend hatte die Luft eine Temperatur von + 8° R., während das Thermometer zu Mittag auf der Höhe des Thales + 17° zeigte und in den folgenden Morgenstunden auf — 2° gefallen war. An zwei Spalten, ziemlich in der Mitte der Eismulde, fand ich jetzt, am Ende des Sommers, noch eine Mächtigkeit von 8 bis 10 Fuss, dabei war die ganze Eismulde über 60 Faden lang und 25 Faden breit. Die Mächtigkeit nahm gegen die Ränder hin gleichmässig ab, nur die Gegend des Eises, in welcher das Wasser unter demselben wieder hervortrat, zeigte Verschiedenheit. Hier war das Eis am bedeutendsten abgeschmolzen, denn der Ring von Geröllen, welcher das Eis umgab, war hier am breitesten und die Eismasse selbst am wenigsten mächtig.

Am folgenden Tage, den 4ten August, führte mich mein Weg weiter stromab in demselben Thale. Kaum $^1/_2$ Werst von dem Ende der Eismulde fiel mir ganz besonders auf, dass der Bach sich wieder mehr in ein Bett sammelte, während sein Lauf sich bedeutend beschleunigte. Bald waren wir wieder in einem Gesträuch, wo ich besonders viel Zwergbirken bemerkte, welche nur durch wenige gipfeldürre Lerchen überragt wurden. Nur 3 Werst führte der Weg in diesem Gesträuch, welches überall die Spuren hoher Frühlingswasser trug, und wir befanden uns wieder am Rande einer Wiese,

welche ebenfalls eine mächtige Eismasse umschloss. Das Thal ist hier bedeutend breiter geworden und die mit dichtem Walde bestandenen Thalwände neigen sich nur sanft zur Sohle, welche wiederum fast ganz horizontal wird. Ein wasserreicher Quell mündet auch hier in den Bach, um mit diesem, in vielen nur trägen Armen auf die Eismasse zu fliessen. Alles wiederholte sich vollkommen, so wie ich es an der ersten Eismulde gesehen hatte, nur in viel grösserem Maassstabe, denn die Eismasse fand ich über 80 Faden lang und 35 Faden breit. Mein Tunguse aber versicherte, dass er noch am Ende des Juni hier eine Eismasse gesehen, welche nahe 1 Werst lang und $^1/_4$ Werst breit gewesen sei, was der von aller Vegetation entblösste Raum auch zu bestätigen schien. Nur einen Umstand muss ich an dieser Eismulde besonders hervorheben, welcher bei der ersten nicht so deutlich sich zeigte. Es fand sich nämlich am Ende derselben eine so bedeutende Menge von Geröll und Sand, dass dieser Wall nicht wenig zur Stauung des Baches und somit zur schnellen Vergrösserung der Eismulden im Winter beitragen mag.

Von dem Tungusen erfuhr ich nun noch, dass weiter thalab noch 2 solcher Eismulden sich finden, welche ebenso wie die beiden erwähnten nie ganz schmelzen. Ich habe jedoch diese beiden Eismulden nicht beobachten können, da sich das Thal hier nach S. wendet, unser Weg aber in SO.-Richtung einem Bergrücken zuführte. Nur von der Höhe dieses Bergrückens hatte ich Gelegenheit, die dritte Eismulde in weiter Entfernung zu sehen. Dieser Punkt war mir aber doppelt interessant, da auch die beiden ersten Eismulden aus der Tiefe des Thales mir entgegenblitzten. Drei grosse in der Sonne strahlende Flecke, von dem schönsten Grün umschlossen und durch Wald und Gesträuch von einander getrennt, bezeichneten deutlich die Theile des Thales, welche durch ihre fast fehlende Abdachung sich auszeichnen, und wie die Stufen einer kolossalen Treppe erscheinen.

Aehnliche Bildungen auf dem weiteren Wege nach Ajan.

Den 5ten August ritten wir quer durch eine Menge schmaler Thäler, welche sämmtlich an den raschströmenden Bächen starke Abdachung bemerken liessen, und so war denn auch nirgends eine Spur von Eis; im Gegentheil bedeckte Berg und Thal die üppigste Vegetation. Erst 1 Werst vor der Station Illäb kamen wir in ein flacheres, breiteres Thal, in dessen Mitte sich ein von aller Vegetation entblösster und mit Geröll bedeckter Fleck fand. Jetzt war schon alles Eis verschwunden; nach der Aussage der Tungusen soll aber dasselbe bis in die Mitte des Juli noch vorhanden gewesen sein. Zur Erklärung dessen, dass das Eis hier so früh verschwindet, kann ich nur anführen, dass ich den Bach des Thales sehr wasserarm fand, so wie die Neigung der Thalsohle auffallend stärker als die des Turachtach-Thales.

Während der folgenden Tage führte der Weg meist durch Sumpf und Wald und erst den 8ten August verliessen wir diese Gegenden und kamen in das Thal des Lekki-Baches; ebenfalls ein Nebenfluss der Maja. Das Thal dieses Baches ist breit bei sehr mässiger Abdachung und zeigt überall üppige Vegetation, bis auf die Mitte desselben. Hier aber sah ich etwas mehr Gerölle aus dem Grase hervorragen, zugleich aber war dieser Ort durch eine Menge verdorrter Bäume ausgezeichnet, welche die einzigen im ganzen Thale waren. Ich fand einige bis zu 8 Zoll im Durchmesser, welche Dicke ein nicht unbedeutendes Alter voraussetzt. Alle aber waren dadurch verdorrt, dass bis spät im Sommer Eismassen ihre Wurzeln und Stämme 7 bis 8 Fuss hoch bedeckt hatten, was an den geblichenen Rinden der Bäume noch deutlich gemessen werden konnte. Auch im verflossenen Frühjahr hatte das Eis bis gegen Ende des Juni gelegen. Die Bedingungen zur Eismuldenbildung müssen ihr also erst in späteren Jahren gegeben worden sein, während vorher eine Reihe von Jahren verflossen sein musste, welche dem Baumwuchs förderlich war.

Den 10ten August verliess ich, bei der 202 Werst von

Ajan entfernten Station Anelkan, das rechte Ufer der Maja und betrat auf ihrem linken Ufer ein entschiedenes Gebirgsland, in welchem ich keine Spur von Eismulden oder ähnlichen Eisbildungen fand. Auf allen diesen Gebirgen verschwindet im Sommer, wenn auch nur auf kurze Zeit, der Schnee ganz. Dennoch erheben sich die Berge, besonders aber an zwei Punkten, weit über die Region aller Vegetation hinaus. Es ist erstens eine Gruppe von Kegelbergen, 150 Werst von Ajan, welche durch ihre Form auffallend an vulkanische Bildungen erinnert[2]). Zweitens der Diukdur (Stanowoi Chrebet), welcher 73 Werst vor Ajan auf diesem Wege in einem Pass seinen höchsten Punkt zu erreichen scheint[3]). Die Höhe des Passes selbst besteht aus Gneis und Granit, der West-Abhang aus Gesteinen der Diorit-Familie (Dioritschiefer zumeist), während im steil nach Osten fallenden Thale der Aldama sich häufig kuppige Berge eines schönen rothen Porphyrs erheben. Nicht früher als den 19ten August fiel der erste Schnee auf den Gipfeln der Berge, während wir in Ajan Regen hatten.

Fernere Nachrichten über Eismulden des nordöstlichen Sibirien.

Dergleichen Eismulden finden sich eben so schön ausgebildet und vielleicht in noch grösserem Maassstabe auf dem Wege von Jakutsk nach Ochotsk. Erman, der diese Reise im Frühjahr 1829 machte, hatte in so früher Jahreszeit wenig Gelegenheit, diese schönen Eisbildungen zu beobachten; den-

2) Ich fand in der Nähe dieser Berge, in einem Flussthal, Gerölle von einem sehr porösen trachytischen Gestein. Die Tungusen sagten mir von diesem Gebirge, «in diese Gegend kann kein Mensch reisen, da dort der Stein brennt.» Die grosse Eile, die ich mir machen musste, um in Ajan die nach Kamtschatka gehenden Schiffe noch zu finden, verhinderte mich leider, eine nähere Untersuchung anzustellen.

3) Meine Barometer hatten auf der Reise aus ihren Gefässen zu viel Quecksilber verloren, auch war mir durch einen Fall mein Quecksilber-Vorrath verschüttet worden, so dass ich es nicht wagen konnte, sie umzukehren. Die Höhenmessungen musste ich demnach unterlassen, um meinen Barometer für Kamtschatka richtig zu bewahren.

noch berichtet er an zwei Stellen von solchen Eismulden. So findet sich in Abthlg. I Bd. 2 Reise um die Erde pag. 376 Folgendes, indem er von dem Ort Kapitanskji Sasiek spricht: «(Mai 10). Wir ritten zuerst aufwärts an einem steilen und schneelosen Abhang. — — — Mit Ueberraschung findet man sich dort sogleich wieder an einem neuen Abhange, und sieht tief unter sich eine runde und weisse Ebene, die von allen Seiten von felsigen Abhängen eingeschlossen ist. Die geneigte Wand, welche von unserm Standpunkte hinunterführte, ist etwa 500 Fuss hoch, die gegenüberstehende an der Ostseite dieses merkwürdigen Bergkessels erhebt sich aber fast um das Doppelte über den Boden desselben. Wir ritten nun auf diesem hinunter und fanden ihn kreisförmig begränzt, von etwa 2 Werst im Durchmesser und auffallend horizontal. Er war jetzt überall mit diesjährigem und festgefrorenem Schnee bedeckt. Es liegt aber unter dieser Decke eine mächtige Eisschicht u. s. w.» In demselben Werk und demselben Bande pag. 392 spricht er von der Gegend des Flusses Judoma wie folgt: «(12. Mai). Der Boden dieser wasserlosen Thäler ist stark geneigt; wir kamen aber in ihnen auf mehrere horizontale stufenartige Absätze, — — — auch fanden wir auf einer dieser hochgelegenen Ebenen einen See, dessen Umgebungen an das Eisfeld bei Kapitanskji Sasiek erinnerten.»

Im Juli 1848 machte dieselbe Reise der hier wohnhafte Staats-Capitain Lortsch. Seiner Güte verdanke ich beifolgende Notizen aus seinem Tagebuche:

«1) Im Thale des Flusses Beloi finden sich auf einigen offenen Plätzen Eismassen.

2) Den 14ten Juli passirten wir im Thal des Flusses Antscha ein Eisfeld.

3) Den 15ten Juli passirten wir ein noch grösseres Eisfeld in demselben Thale. Das Eis hatte eine schöne blaue Farbe, ist mit vielen grossen Steinen bedeckt und zeigte Höhlungen.

4) Im Antscha-Thal passirten wir den 16ten Juli ein noch grösseres, als die vorigen. Aus dem Eise ragten Bäume

hervor, welche nach der Mitte des Eisfeldes verdorrt waren, weiter von derselben ab aber noch grünten.

5) Den 17ten Juli passirte ich im Kintscheu-Thal ein unübersehbares Eisfeld. Das Wasser floss in tiefen Rinnen über das Eis. Spalten fanden sich, welche über 7′ tief waren. Das Eisfeld war rings von grünem Walde umgeben.«

Auch in den Gegenden um Kolymsk sollen nach der Aussage der Tungusen solche Eismulden nicht selten sein.

—

Aus allen den angeführten Beobachtungen lassen sich nun folgende Umstände als nothwendige Bedingungen zur Bildung der Eismulden hervorheben:

1) Eismulden bilden sich nur in solchen Gegenden der Thäler, welche entweder entschieden muldenförmig ausgebogen sind oder wenigstens ganz horizontal liegen.

2) Es muss oberhalb der muldenförmigen oder horizontalen Thalsohle ein wasserreicher Quell münden, dessen Temperatur eine so hohe ist, dass er im Winter nicht gefriere.

3) Ein kalter und schneereicher Winter wird viel zur Vergrösserung der Eismulden beitragen.

Zeigen sich alle diese Bedingungen an einem und demselben Ort vollständig, so wird nothwendig die Folge davon, die Entstehung und das Fortbestehen einer mächtigen nie schmelzen Eismulde sein. Sind aber die genannten Bedingungen nicht alle oder nur in geringem Grade vorhanden, so wird sich allerdings ebenfalls eine Eismulde bilden, diese wird aber, nach Maassgabe der Vollständigkeit der Bedingungen, der Hitze des Sommers schon im Mai, Juni, Juli oder August weichen. Wollte man die Eismulden nach den Monaten, in welchen sie verschwinden, benennen, so würde man Mai-, Juni-, Juli-, August- und nie schmelzende Eismulden zu unterscheiden haben. Auch scheint der Fall vorzukommen, dass an Orten, wo die Bedingungen zur Eismulden-Bildung nicht

vorhanden waren, plötzlich dieselben eintreten, wie die eingefrorenen Bäume zu beweisen scheinen; oder endlich werden an einem Ort schon vorhandene Bedingungen auf ein oder viele Jahre erhöht oder verringert, so dass z. B. eine Juni-Eismulde eine nicht schmelzende wird, oder umgekehrt. Diese letzten Fälle sind jedoch nur Ausnahmen; in der Regel hat jede Eismulde für sich, nach der Aussage der Tungusen, ihre, ihr eigenthümlichen Perioden des Zu- und Abnehmens.

Es bleibt nur noch übrig, ein Wort über die Unähnlichkeit der Eismulden mit den Gletschern zu sagen, welche beide, mit Ausnahme der allgemeinen physikalischen Eigenschaften des Eises überhaupt, durchaus nichts Gleiches haben. Am anschaulichsten stellt sich aber der Gegensatz heraus, wenn man die abweichenden Punkte der Eismulden mit den bekannten der Gletscher vergleichend gegenüberstellt, wie ich es in der folgenden Tabelle versucht habe.

Gletscher.	Eismulde.
1) Das Gletscher-Thal ist meist eng; die Wände steil; die Sohle stark geneigt.	1) Das Thal ist gewöhnlich breit, mit sanft geneigten Wänden. Die Sohle desselben ist unbedingt muldenförmig oder horizontal.
2) Die Vegetation ist in der Höhe des Thales gar nicht mehr vorhanden.	2) Die Vegetation nimmt in der Regel nach der Höhe des Thales, vom Eise an, zu.
3) Die Gletscher entstehen, wachsen und bewegen sich durch den Druck des Firnes aus den höchsten Regionen der Schneegebirge, in die engen, in die Tiefe sich öffnenden Querthäler.	3) Die Eismulden wachsen durch aufgeflossenes Wasser, welches an Ort und Stelle gefriert. Das Wasser entspringt aber aus mit Wald bedeckten Thalwänden.
4) Das Produkt des Gletschers ist ein Bach.	4) Die Eismulde ist das Produkt eines Baches.
5) Die Moränen entstehen theils dadurch, dass der Gletscher im Herabbewegen auf die Thalwände drückend, von denselben Gesteine ablöst, theils dadurch, dass loses verwittertes Gestein von den steilen Thalwänden auf das Eis herabstürzt. In beiden Fällen trägt	5) Das auf den Eismulden sich findende Geröll wird von dem Wasser aus den höhern Theilen des Thales mechanisch mit fortgerissen und ohne alle Ordnung auf dem glatten Eise abgelagert. Hier bleiben die Gerölle ein Spiel des Wassers, bis sie entweder, von der Sonne stärker erwärmt, ins Eis

Gletscher.	Eismulde.
der Gletscher das auf ihn gefallene Material geordnet als Seiten- oder Mittel-Moräne in die Tiefe, um dort die Massen als wallförmige Endmoräne abzulagern.	einschmelzen, oder vom Wasser über die glatte Fläche fortgeführt, am Ende der Eismulde, auf rauherm Grund mehr Halt gewinnend, Erdwälle bilden.
6) Die Endmoräne entsteht und vergrössert sich nur durch das Vorrücken des Gletschers, trägt aber ihrerseits nie zur Vermehrung der Eismassen bei.	6) Der Endwall einer Eismulde, wenn er hoch ist, muss beträchtlich zur Vermehrung des Eises beitragen. Es entsteht nicht durch das Vorrücken der Eismasse, sondern nur durch Wasserkraft. Also wirkt der Endwall auf Vergrösserung der Eismulde, diese aber nicht auf Vergrösserung des Walles.

Die Eismulden scheinen somit durch ihren besonderen Charakter und durch ihre Häufigkeit auch eine besondere Stellung in der Reihe der Eisgebilde zu verdienen, wenn sie gleich in Bezug auf ihre Masse, Ausdehnung und Verbreitung den Gletschern, den Eisfeldern des Nordens, den Eisschichten in der Erde, und dem Treibeise den Rang nie streitig machen können.

—

Zusatz

von

Dr. A. Th. v. Middendorff.

Mit besonderem Vergnügen habe ich mir die Ehre genommen, den vorstehenden Aufsatz der Akademie zur Aufnahme in ihr Bulletin zu empfehlen. Da dieser Aufsatz eine Frucht flüchtiger Beobachtungen ist, welche auf der Durchreise vorübergehend erhascht wurden, so eröffnet er uns eine freudige Aussicht auf den wissenschaftlichen Zuwachs, dessen wir gewärtig sein dürfen, sobald Hr. v. Ditmar am Ziele seiner Reise angelangt sein wird.

Die andauernden bergmännischen Forschungen, denen sich Hr. v. Ditmar in Kamtschatka dienstlich zu widmen hat,

werden ihm ohne Zweifel nicht nur Musse genug bieten, für die Lösung ähnlicher wissenschaftlicher Fragen wie die vorliegend bearbeitete, sondern sie werden ihm wahrscheinlich einige derselben sogar als Hauptaugenmerk seiner Bemühungen hinstellen. Wir dürfen zuversichtlich aussprechen, dass die Verwaltung Ost-Sibiriens sich dessen nur zu rühmen haben wird, dass sie die Ausführung ihrer rein praktischen Endzwecke einem Manne von ausgesprochen wissenschaftlicher Richtung anvertraut hat. Gleich wie in der reinen Wissenschaft, so lässt sich auch in deren Anwendung auf den praktischen Betrieb ein durchgreifender und nachhaltiger Erfolg nur dort erwarten, wo kenntnissreiche Vielseitigkeit den Gesichtskreis erweitert. Vor der dabei drohenden Entartung in Oberflächlichkeit, vermag aber nur die, jetzt mehr und mehr bespöttelte, peinliche Kleinigkeitskrämerei der Wissenschaft zu wahren, welche im gegebenen Falle nicht bei der Hauptfrage stehen bleibt, sondern diese in logischer Folge bis zu ihren letzten Gliederungen löst. Indem ich, im eben ausgesprochenen Sinne, der vorstehenden kleinen Monographie die Aufmerksamkeit habe zuwenden wollen, welche sie verdient, hoffe ich den Werth derselben durch die nachstehenden kurzen Bemerkungen keineswegs zu schmälern, sondern zu erhöhen. Ich übergehe alles das, was in Betreff der kenntnissvollen Beobachtungen Ditmar's zu bekräftigen wäre, mit Stillschweigen, und beschränke mich auf einige berichtigende Erweiterungen jener Beobachtungen. Das Ausführlichere hierüber wird in dem letzten Bande meines Reisewerkes seinen Platz finden und im kommenden Jahre erscheinen.

Das ganze Stanowój-Gebirge entlang, bis in die chinesische Mandshurei hinab, ward mir während meiner sibirischen Reise häufige Gelegenheit, die hier in Rede stehenden Eisgebilde zu beobachten. Eingezogenen Erkundigungen zufolge lässt sich ihr Vorkommen nordwärts, vorzugsweise östlich von der Kolymá, bis in die Nähe des Eismeeres verfolgen. Die ausgedehnteste Eisfläche dieser Art, die mir vorgekommen ist, schlängelte sich über zwei geographische Meilen lang, bei einer Breite von 200 Schritten bis höchstens $^3/_4$ einer Werst.

Dieser Fall mag in Gemeinschaft mit mehreren der unten folgenden Mittheilungen genügen, um mich darin zu rechtfertigen, dass ich die Benennung Eisthäler festhalte, welche ich im Jahre 1844 in meinen an die Akademie gerichteten Reiseberichten gebraucht habe. Das von Ermann benutzte, aber schon längst von den Polarfahrern anderweitig vergebene Wort Eisfelder schien mir in demselben Grade zu umfassend, wie Ditmar's Ausdruck Eismulden zu beschränkt sein dürfte, da er nur die eine Erscheinungsweise dieser Eisgebilde bezeichnet, welche in den Gebirgsthälern des nördlichen und östlichen Sibiriens vorkommen, sie mögen nun Thäler, im engeren Sinne dieses Wortes, oder Mulden sein.

Ausser der niedrigen Temperatur der Quellen- und Gebirgswasser, von denen die hier in Rede stehenden Eismassen gespeist werden, haben wir die Grundbedingung für das Entstehen dieser Eismassen wohl unzweifelhaft darin zu suchen, dass die oberflächlichere Bodentemperatur der Thalsohle, auf welcher das Wasser zu Eis gesteht, das ganze Jahr hindurch, oder wenigstens den grössten Theil des Jahres hindurch sich unter dem Gefrierpunkte erhält. Hierauf beruht das innige, glasirende Haften der untersten Eisschichten am Erdboden, das durch die spätherbstliche Wasserarmuth der Gewässer jener Gegenden begünstigt wird. Hieraus folgt gleichfalls, dass die geographische Verbreitung der Eisthäler nahezu von den Grenzen des Eisbodens umschrieben werden muss. Sind nun aber die Eisthäler eine Gebirgsform, d. h. stehen sie in Verbindung mit demjenigen Eisboden, dessen Auftreten durch die Höhenlage des Platzes über der Meeresoberfläche bedingt wird, so muss sich dieselbe Erscheinung auch im ausgedehnten Gebiete des Eisbodens der nordischen Niederungen Sibiriens wiederfinden lassen. Das ist denn allerdings auch der Fall, obgleich, wie begreiflich, die Erscheinungsweise dieser Eisgebilde in den Niederungen sich von derjenigen in den Gebirgen unterscheiden muss. Es leuchtet nun ein, dass der Ausdruck Eisthäler nur die eine Hälfte der in Rede stehenden Klasse von Eisbildungen umfasst, mithin wiederum zu eng ist, wenn es gilt, die Formver-

schiedenheiten, welche gemeinsamen Grundbedingungen ihren Ursprung verdanken, unter gemeinsamer Benennung zusammenzufassen. Eine solche Benennung, welche bezeichnend genug wäre, um nichts mehr wünschen zu lassen, will sich aber nicht so leicht zu Gebote stellen. Nach manchem Schwanken habe ich mich für das der russischen Benennung analoge Wort Aufeis entschieden, durch welches der Bildungshergang der gesammten, hier in Rede stehenden Klasse von Eisbildungen noch am treffendsten angedeutet zu werden scheint.

In der That verdankt dieses Aufeis, in welcher Form es auch auftreten mag, seine Entstehung stets dem Aufwasser. Dieses hat nun entweder hinreichenden Fall und verhältnissmässigen Zufluss, um sich in dünnen Schichten über Ebenen zu ergiessen und alsbald in der ganzen Dicke seiner Schicht zu gefrieren, so dass das nachfliessende Wasser über ein, sich schichtweise fort und fort erhebendes, Eisbett zu rieseln gezwungen wird, oder der Fall ist zu unbedeutend, der Zufluss verhältnissmässig zu gross, und deshalb, oder auch weil Vertiefungen im Boden vorhanden sind, die Tiefe des Gewässers zu bedeutend. Es bildet sich dann auf der Oberfläche des Wassers die gewöhnliche Eisdecke, welche berstet und sich mit Aufwasser bedeckt, sobald entweder der Zufluss zu stark oder der Abfluss (gewöhnlich wiederum durch Grundeisbildung an flacheren Stellen) zu sehr behindert ist, als dass das herbeiströmende Wasser unter der Eisdecke Platz finden könnte und sobald überdiess diese Eisdecke an zu vielen Punkten mit dem Erdboden in Verbindung steht und zu fest an ihn angefroren ist, um durch das Wasser gleichmässig emporgehoben werden zu können. Das eben erwähnte Aufwasser kann sich nun entweder wiederum aufstauen und mit einer Eisdecke belegen, oder es gefriert, demselben Hergange wie oben folgend, in dünnen Schichten zu Aufeis. Häufig bricht das emporquellende Wasser durch eine engere Oeffnung als schwacher Strahl hervor, der bei seinem Austritte rings um die Oeffnung herum zu Aufeis gefriert, das sich schichtweise allmälig höher und höher erhebt, die Umrisse eines vulkanischen Ausbruchskegels nachäffend. Ausnahmsweise traf ich

einen solchen wasserspeienden Eiskegel, dessen Kratermündung sich ohngefähr 20′ hoch über die umgebende Eisfläche erhob.

Wenn ich diesen Gegenstand vorstehend ausführlicher behandelt habe, so geschah es nur in der Absicht, den Nachweis zu liefern, dass die Aufeisgebilde der Eisthäler Sibiriens, abgesehen von ihrem unvergleichlich grösseren Maassstabe, genau dieselben sind, welche bei uns in Livland während des Winters zu den alltäglichen Erscheinungen gehören.

Die Dicke des Aufeises wächst in den Eisthälern der Gebirge Sibiriens wesentlich durch den starken Schneefall, welcher dort stattfindet. Der auf das Aufeis fallende Schnee tränkt sich mit dem Wasser, und gefriert zu mehr oder minder dicken Schichten, welche durch Lagen reinen Eises von einander getrennt sind und deren trübes Ansehen ihren Ursprung leicht erkennen lässt. Die Dicke der in die Augen springenden Schichten des massigen Aufeises der Eisthäler beträgt gewöhnlich nur wenige Zoll; doch beobachtete ich auch scheinbar kompakte Schichten reinen Eises von mehr als 1,5 Fuss. Im Allgemeinen ist aber die Bildung des Aufeises der Eisthäler aus geschichteten Uebereinanderlagerungen so ausgesprochen, dass die Ablösung der Massen von einander stets wagerechten Spaltungen folgt, und namentlich selbst dann noch, wenn durch die sommerliche Wirkung der Sonnenstrahlen das bekannte Zerfallen des Eises in senkrechte Spiesse schon eingetreten ist.

Es versteht sich nunmehr von selbst, dass es dem Zufall zuzuschreiben ist, wenn Ditmar keine andere als flache und sanft geneigte Wände der Eismulden antraf, indem die während des Winters gebildeten Eismassen in Thälern mit steil abfallenden Wänden, vor der verzehrenden Sonnenwirkung, besser geschützt sind, und deshalb leichter übersommern. Einen wesentlichen Unterschied der die Eisthäler erzeugenden Bedingungen, gegenüber den Gletschern, finde ich darin, dass die Eisthäler Gebirgen angehören, deren Gipfel die Schneegrenze nicht erreichen.

Zum Schlusse mag hier noch die Erwähnung einer sehr interessanten Entstehungsweise des Aufeises der Eisthä-

ler ihren Platz finden. Diese beobachtete ich in der Mandshurei, am Schlusse des October und zu Anfange des November. Bei kräftigem Froste und zugleich [durch den klaren Alpenhimmel] besonders begünstigter Wärmestrahlung bildete sich dort Grundeis, an flacheren und deshalb rasch fliessenden Stellen der noch offenen, bald kleineren, bald grösseren Gebirgsbäche. Als wolkig gestaltete Gallertmasse, dem im Wasser zergehenden Schnee ähnelnd, überzog dieses Grundeis zuerst die grösseren Geröllblöcke und allmälig auch sämmtliches Gerölle, mit dem der Boden jener Gebirgsbäche gepflastert ist. Unter günstigen Umständen wuchs dieses Grundeis rasch zu grösserer Dicke vom Boden des Flussbettes empor, die einzelnen Ansätze desselben verschmolzen unter einander und verdämmten den Lauf des Wassers, das ich an einer Stelle auf diese Weise bis über 3 Fuss hoch aufgestaut sah. Seinen Lauf oberhalb dieses Dammes verlangsamend, tritt das Wasser zugleich nach und nach seitlich über das Ufereis aus, dass sich schon früher angesetzt hat, und verdickt dieses durch Aufeis. Je höher nun der wehrende Damm steigt, desto höher staut sich das Wasser, und mit ihm erhebt sich in gleichem Maasse das Aufeis an beiden Seiten der Gewässer zu einem immer höhern Uferwalle, so dass schliesslich der Bach in ein eisiges Bett eingezwängt ist und sich mit seinem Spiegel hoch über die Sohle des Bachthales erhoben hat, welche er ab und zu überschwemmt und dadurch die Bildung ausgedehnter Massen von Aufeis veranlasst. Ich wurde dabei an die hochliegenden schiffbaren Kanäle Hollands erinnert, welche sich, die Deiche entlang, durch ausgedehnte morastige Ebenen hinziehen.

Meglitzky hat neuerdings, wie ich so eben finde, gleichfalls der Eisthäler flüchtig erwähnt [4]) und zwar bei Gelegenheit der Veröffentlichung seiner höchst dankenswerthen geognostischen Bemerkungen auf einer Reise in Ost-Sibirien, im Jahre 1850. Er beobachtete sie im Werchojanskischen Gebirge. Mit Recht verweist er auf den Zusammenhang die-

4) Verhandl. der Russ.-Kais. Mineralog. Ges. zu St. Petersburg. Jahrgang 1850 — 51. p. 131.

ser Eisbildungen mit den grossen Unterschieden zwischen der Nacht- und Tag-Temperatur, so wie auf ihre Abhängigkeit von Beschattung; doch ist auch ihm der tiefere Zusammenhang des Gegenstandes, in seiner allgemeineren Bedeutung, mit den geothermischen Verhältnissen Sibiriens entgangen.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 20.)

19 November / 1 December 1852.

Verzeichniss aller in Russland bis jetzt (November 1852) aufgefundener beschriebener, unbeschriebener oder zweifelhafter fossiler Pflanzen. Von Dr. C. v. Mercklin.

Bei Entwurf der *Enumeratio plant. foss.* im «Prospectus der paläontologischen Pflanzenüberreste in Russland, so wie ihrer Erforschung», beabsichtigte ich eine Aufzählung der bei uns fossil gefundenen, bereits beschriebenen oder wie mir schien sicherer nachgewiesenen Pflanzenreste zu geben, um dadurch die verhältnissmässig geringe Ausbeute an solchen Materialien in Russland, so wie den Stand ihrer mangelhaften Erforschung daselbst darzuthun. Es dürfte in letzter Beziehung vielleicht zweckmässiger erscheinen, ein vollständiges Verzeichniss aller, wenn auch noch so unvollständig vorhandener und untersuchter, in Russland bis jetzt aufgefundener fossiler Pflanzen zu entwerfen, was durch den nachstehenden Conspectus versucht wird, wobei ich die Gelegenheit ergreife, einige Auslassungen in der Enumeratio, worauf Hr. Dr. C. Grewingk hingewiesen, nachzutragen, so wie einige Berichtigungen, vorzüglich in der geologischen Stellung mehrerer Arten, welche ich Herrn Obrist von Helmersen verdanke, vorzunehmen.

Der literärische Nachweis über das Vorkommen der aufgeführten Pflanzen in Russland ist in den unten angegebenen

Schriften zu finden. Wo eine Aenderung in der systematischen Stellung und Benennung vorgenommen, bin ich dem unten angezeigten Werke von Unger gefolgt. Eine kritisch-systematische Prüfung aller Arten habe ich weder beabsichtigt, noch besass ich dazu durch Autopsie die Mittel, beschränke mich zunächst auch nur auf das anatomische Studium der fossilen Pflanzen, vorzüglich der Hölzer.

Das * bezeichnet, dass die Art als solche zweifelhaft ist oder dass sie bis jetzt in Russland noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen wurde; die mit † notirten Arten sind noch nicht beschriebene; die Buchstaben Tr., L., P., J., C., Te verweisen die Pflanze zu der Formation, in deren Rubrik sie stehen.

Conspectus

plant. foss. Imp. Rossici.

Genera et species.	F. transitionis.	F. lithanthrac.	F. permica.	F. jurassica.	F. cretae.	F. tertiaria
Florideae.						
Rhodomelites bijugus Ung.	....	L.				
Chondrites dissimilis Eichw.	....	L.				
— antiquus Sternb.	Tr.					
* — — var. gracilior.	Tr.					
*Fucoides subtilis Eichw.	....	L.				
* — taeniola Eichw.	....	L.				
† — dissimilis Eichw.	....	L.				
† — tenellus Eichw.	Tr.					
Musci (?).						
*Muscites squamatus Brong.	....	....	....	J.?	C.?	
Calamiteae.						
Calamites arenaceus Brong.	....	L.?	P.			
— approximatus Brong.	....	L.				
— articulatus Kutga.	....	....	P.			
— cellulosus Kutga.	....	....	P.			
— cannaeformis Brong.	....	L.				
— columella Kutga.	....	....	P.			
— Cistii Brong.	....	L.				
† — decoratus Eichw.	....	L.				

Genera et species.	F. transitionis.	F. lithanthrac.	F. permica.	F. jurassica.	F. cretac.	F. tertiaria.
* Calamites dubius Brong.	....	L.				
— Gigas Brong.	....	L.				
— irregularis Kutga.	...	....	P.			
* — nodosus Brong.	....	L.				
* — Brongniartii Sternb.	....	L.				
— Suckovii var. maj. Brong.	....	....	P.			•
— trigonus Kutga.	....	....	P.			
* — undulatus Brong.	...	L.				
Anarthrocanna deliquescens Goepp.	....	L.				
* Bockschia dilatata Fisch.	....	....	P.			
Equisetaceae.						
Equisetites columnaris Sternb.	....	...	P.			
Asterophylliteae.						
* Asterophyllites rigidus Hutt.?	....	L.				
— dubius Brong.	....	L.				
— giganteus Goepp.	....	L.				
Annularia fertilis Sternb.	.. .	L.				
— ovata Fisch.	...	....	P.			
Sphenophyllum Schlotheimi Brong.	....	L.				
Filices.						
Neuropteris acutifolia	....	L.?				
— adnata Goepp.	....	L.				
— conformis Eichw.	...	L.				
— dichotoma	....	....	P.			
— Dufresnoyi Brong.	....	....	P.			
* — flexuosa Brong.	....	....	P.			
* — Grangeri Brong.	....	....	P.			
* — heterophylla Brong.	....	....	P.			
* — macrophylla Brong.	....	....	P.			
— rotundifolia Brong.	....	....	P.			
— salicifolia Fisch.	....	....	P.			
— serrata Sternb.	....	....	P.			
— tenuifolia Sternb.	....	L.?	P.			
* — Voltzii Brong.	...	....	P.			
* Odontopteris articulata Fisch.	....	....	P.			
— Fischeri Brong.	....	....	P.			
— Münsteri Eichw.	....	L.				
— permiensis Brong.	....	....	P.			
— Stroganovii Morris	....	....	P.			
— serrata Kutga	....	....	P.			
Cyclopteris Villiersi Sternb.	....	....	P.			

Genera et species.	F. transitionis.	F. lithanthrac.	F. permica.	F. jurassica.	F. cretae.	F. tertiaria.
*Cyclopteris Fischerana Goepp.	....	L.?				
* — Goeppertii Ung.	....	....	P.			
* — gigantea Kutga	....	....	P.			
Noeggerathia (Cycad. genus?)						
— aequalis Goepp.	....	L.				
— distans Goepp.	....	L.				
— expansa Brong.	....	. ..	P.			
— Kutorgae Goepp.	....	....	P.			
* — ? tenuifolia	....	....	P.			
Sphenopteris anthriscifolia Goepp.	....	L.				
— dissoluta Kutga.	....	....	P.			
— disticha Kutga	....	....	P.			
— erosa Morris	....	....	P.			
— imbricata Goepp.	....	L.				
— interruptepinnata Ktg.	....	....	P.			
— lobata Morris	....	....	P.			
— stricta Sternb.	....	....	P.			
Hymenophyllites incertus Fisch.	...	...	P.			
— Grandini Goepp.	...	L.				
*Reussia pectinata Goepp.	...	....	....	C.?	J.?	
Alethopteris aquilina Goepp.	....	L.				
* — Grandini Goepp.	....	....	P.			
— Cistii Goepp.	...	L.				
*Polypodites reticulatus Ung.	....	....	....	C.?	J.?	
* — Mantelli	....	....	....	C.?	J.?	
*Glossopteris crenulata	....	....	P.			
Pecopteris? Auerbachiana Rouill.	....	....	....	C.?	J.?	
— concinna Sternb.	....	....	P.			
— Goepperti Morris	....	....	P.			
— ? Murchisoniana, Auerb. et Frears	....	....	....	C.?	J.?	
— neuropteroides Kutga.	....	..	P.			
— Ottonis Goepp.	....	....	....	C.?	J.?	
— principalis Kutga	....	....	P.			
— regalis Kutga	....	....	P.			
— rosmarinifolia Fisch.	....	L.				
* — Trifolium Fisch.	....	....	P.			
— Wangenheimi Brong.	....	....	P.			
Sphalmopteris Schlechtendahli Ung.	....	....	P.			
Caulopteris primaeva L. H.	....	....	P.			
Ptychopteris macrodiscus Corda	....	....	P.			
Asterocarpus Sternbergi Goepp.	....	...	P.			
Taeniopteris Phillipsii Sternb.	....	....	P.			
†Anomopteris gracilis Eichw.	....	....	P.			

—

Genera et species.	F. transitionis.	F. lithanthrac.	F. permica.	F. jurassica.	F. cretae.	F. tertiaria.
* Adiantites Brownii Fisch.	....	....	?			
* — Brongniartii Fisch.	...	....	?			
—						
Stigmarieae.						
Stigmaria anabathra Corda	....	L.				
* — ficoides Brong.	....	L.				
— Socolowii Eichw.	....	L.				
† — stellata Eichw.	....	L.				
Sigillarieae.						
* Sigillaria lepidodendrifolia Brong.	....	L.				
— leioderma Brong.	....	....	P.			
— microstigma Brong.	....	L.				
— striata Brong.	....	L.				
* — sulcata Fisch.	....	..	P.			
* — sulcata (Schloth.?)	....	L.				
Syringodendron Organum Sternb.	....	L.				
Lepidodendreae.						
Lepidodendron Bloedei Fisch.	. .	L.				
— confluens Sternb.	....	L.				
— dichotomum Sternb.	....	L.				
— elongatum Brong.	.. .	....	P.			
— ? hastatum Kutga	....	....	P.			
— ? tessellatum Kutga.	...	....	P.			
† — nodulosum Eichw.	...	L.				
* — sp. Kutorgae	..	....	P.			
† — tenuistriatum Eichw.	....	L.				
* — undulatum Sternb.	....	L.				
— Veltheimii Sternb.	.. .	...	P.			
* Sagenaria aculeata Presl.	....	L.				
* — rimosa Presl.	....	L.				
— obovata Presl.	.. .	L.				
Ulodendron minus L. H.	..	L.				
— majus L. H.	...	L.				
— Schlegelii Eichw.	....	L.				
* — ellipticum Sternb.	....	L.				
Knorria imbricata	....	L.	P.?			
Halonia tuberculata Brong.	.. .	L.				
—						
* Cardiocarpum Brong.	....	L.				

Genera et species.	F. transitionis.	F. lithanthrac.	F. permica.	F. jurassica.	F. cretae.	F. tertiaria.
Lycopodiaceae.						
*Lycopodites digitatus Fisch.	....	....	P.			
* — furcatus. Fisch.	....	...	P.			
* — pinnatus Fisch.	...	..	P.			
*Walchia sp.	....	...	P.			
Lomatophloyos crassicaule Corda	....	L.				
*Tubicaulis angulatus Eichw.	....	L.				
— rhombeidalis Kutga	....	...	P.			
Cycadoaceae.						
Cycadites (?) Brongniarti Roem.						
Zamites rossica Kutga	?					
*Pterophyllum? filicinum Goepp.	...	...	...	J.?	C.?	
— ? Murchisonian. Gpp.	....	..	...	J.?	C.?	
† — inflexum Eichw.	...	L.				
—						
*Pachypteris inaequalis Fisch.	....	....	P.			
* — lanceolata Brong.	....	....	P.			
* — latinervia Kutga	....	....	P.			
* — macrophylla Fisch.	....	....	P.			
* — petiolata Fisch.	....	....	P.			
—						
Cyperaceae.						
*Cyperites bicarinatus L. H.	....	L.				
Palmae.						
Palmacites (fructus)	....	....	P.			
Flabellaria petiolata Fisch.	....	....	P.			
* — sp. (raphifolia Sternb. affinis)	....	....	....	J.?		
Palaeospathe aroidea Ung.	....	....	P.			
Coniferae.						
*Thuites sp.	....	....	P.			
*Taxodium sp.	...	L.?				
*Voltzia heterophylla Brong.	....	....	P.			
Cupressinoxylon aleuticum Eichw.	....	....	....	....	....	Te.
— Breverni Mercklin	....	....	....	....	....	Te.
— ucranicum Goepp.	....	....	....	....	C.?	Te.?
Pinites borealis Eichw.	....	....	....	....	....	Te.
— Baerianus Goepp.	....	..	....	....	....	?

Genera et species.	F. transitionis.	F. lithanthrac.	F. permica.	F. jurassica.	F. cretae.	F. tertiaria.
Pinites biarmicus Kutga..	....	...	P.			
— Eichwaldianus Goepp. ...	....	....	....	....	....	Te.
— jurassicus Goepp.	....	.. .	...	J.?		
* — jurensis Rouill. et Fahr. ..	....	.. .	....	J.?		
— Middendorffianus Goepp. ..	....	....	...	...	....	?
† — undulatus Eichw.	....	...	..	....	C.	
Peuce biarmica Kutga	....	....	P.			
— tanaitica Kutga	....	....	....	....	C.	
Araucarites cupreus Goepp.	....	....	P.			
— Tschichatscheffianus Goepp.	....	L.				
† — argillicola Eichw.	....	...	....	....	C.	
Asterodendron Issedonum Eichw.	....	....	....	....	....	Te.
Cupulíferae.						
Quercus (?) Kamischinensis Ung. .	....	....	....	?	?	
— (?) chlorophylla Ung. ...	....	....	....	?	?	
†Quercinium sp. (Mercklin mss.) .	....	....	....	....	C.?	
Betulaceae.						
†Betulinium sp. (Mercklin mss.) ...	....	....	....	....	C.?	
*Alnites sp.	....	....	....	....	....	Te.?
—						
†Anomorrhaea Fischeri Eichw.	....	....	P.			
†Dictyodendron Leuchtenbergensis Eichw.	....	L.				
†Sporolithes cordatus Eichw.	....	L.				
† — pyriformis Eichw.	....	L.				
†Steirophyllum lanceolatum Eichw.	....	....	P.			

Literatur.

C. Graf Sternberg: Versuch einer geogn.-bot. Darstellung der Flora der Vorwelt. 1821 — 38. c. iconib.

Fischer v. Waldheim: in Bull. des naturalist. de Moscou. 1840. pag. 234 — 241, 448 — 495; 1847. pag. 513 — 517; c. iconib.

G. Pusch: Polens Paläontologie. 1837. c. iconib.

G. Bloede: in Bull. de Moscou. 1841. No. 1. pag. 34 — 108.

St. Kutorga: Beitrag zur Kenntniss der organ. Ueberreste des Kupfersandsteins am westl. Abhange des Urals. 1838. c. iconib.

St. Kutorga: in Verhandl. der mineral. Gesellsch. zu St. Petersb. Jahrg. 1842. p. 1 — 35. c. iconib.
— Desgleichen. Jahrg. 1844. p. 62 — 105. c. iconib.
Ed. Eichwald: Thiere und Pflanzen des alt. roth. Sandsteins und Bergkalks etc. 1840.
— Die Urwelt Russlands. 1840 — 46. c. iconib.
— Geognosie. (In russ. Sprache.) St. Petersb. 1846.
— Paläontologie. (In russ. Sprache.) St. Petersb. 1850. c. iconib.
Göppert: in Ermans Archiv. 1841. pag. 493.
— in Voyage scientifique dans l'Altai etc. par P. de Tchihatheff. 1845. pag. 379 — 90. c. iconibus.
— in Murchison Géologie de la Russie. Vol. II. 501 — 503. c. iconibus.
— in Th. v. Middendorffs sibirische Reise. Bd. I. Th. I. pag. 223 bis 238. c. iconibus.
— in Bronn Geschichte der Natur. Index palaeontologicus. 1848.
— Monographie der foss. Coniferen. 1850. c. iconibus.
Brongniart: in Murchison Géologie de la Russie. Vol. II. p. 1 — 15, 503 — 504. c. iconib.
Auerbach: in Bull. de Moscou. 1844. T. XVII. 145 — 148.
— et Frears ibid. 1846. T. XIX. 486 — 501. c. iconibus.
Rouillier et Vossinski ibid. 1847. T. XX. pag. 371 — 448. c. iconib.
— et Fahrenkohl in Jubil. semisaec. Fischer de Waldheim. Mosq. 1847. c. iconib.
Unger: Genera et species plant. foss. 1850.
C. Grewingk: in Verhandl. der mineral. Gesellsch. Jahrg. 1848 bis 49. pag. 76 — 425.
Jerofejew: in der russischen Uebertragung und vermehrten Ausgabe von Murchisons Geologie, durch A. Oserski. St. Petersb. 1849.

(Aus dem *Bullet. phys.-mathem. T. XI. No.* 19. 20.)

$\frac{\text{24 September}}{\text{6 October}}$ 1852.

Ueber die fixen Linien im Spectrum des Sonnenlichtes; vom Professor C. KUHN zu München.

(Mit einer Figuren-Tafel.)

1) Um die Vertheilung der Fraunhofer'schen Linien im Spectrum des Sonnenlichtes näher kennen zu lernen, habe ich Untersuchungen angestellt, deren Resultate im Folgenden mitzutheilen ich mich beehre. Es beziehen sich diese Mittheilungen auf die Anzahl der Linien im Spectrum und auf einige besondere Erscheinungen, welche während der Untersuchungen zur Wahrnehmung kamen und beobachtet wurden.

Die Beobachtungen habe ich mit der Erlaubniss des Herrn Conservators Dr. Lamont auf der Königlichen Sternwarte zu Bogenhausen in den Monaten August und September des Jahres 1847 angestellt, und in den gleichen Monaten des Jahres 1850 wiederholt und einer Controlle unterworfen. In dem letztgenannten Jahre war die Anzahl der Beobachtungstage sehr gering, indem während der Zeit, in welcher ich meine Untersuchungen anstellen konnte, kaum sechs heitere Tage sich zeigten, die sich für Lichtbeobachtungen benützen liessen.

In folgender Weise wurden die Untersuchungen vorgenommen: Auf einem fixen Postamente befand sich ein für opti-

sche Zwecke construirter Theodolith in einer Entfernung von beiläufig 16 pariser Fuss von dem Fensterladen, der die Spalte enthielt. Das Licht wurde mittelst eines — von Ekling in Wien gefertigten — Heliostaten durch die sehr enge Spalte auf das Objectiv des Fernrohres reflectirt, und es blieb so das Sonnenlicht während drei bis vier Stunden an denselben Ort fixirt. Unmittelbar vor dem Objective des Fernrohres befand sich auf der Mitte eines kleinen Horizontal-Kreises das zur Beobachtung der Farbenzerstreuung benützte Prisma. Letzteres, aus dem optischen Institute des Herrn von Merz dahier, ist aus reinem Flintglase, gut polirt und mit vollkommen ebenen Flächen versehen, und hat einen brechenden Winkel von $44^{0}\,59'$. Dieses Prisma wurde für alle die im Folgenden erwähnten Beobachtungen angewendet. — Die Beobachtungen wurden längere Zeit von Morgens 6 Uhr bis gegen Sonnenuntergang, später blos von 9 Uhr Morgens bis gegen 5 Uhr Abends unternommen.

2) Besondere Rücksicht wurde vor Allem bei den Beobachtungen auf die Anzahl der fixen Linien im Spectrum genommen. Es wurde daher, um diese zu untersuchen, täglich ein bestimmter Theil des Spectrum's von *A* angefangen, beobachtet, so dass nach und nach das Spectrum von *A* aus bis etwas über *H* hinaus der Messung unterworfen wurde. — Gleich bei den ersten Versuchen zeigte sich, dass es ungemein schwierig ist, die Anzahl der Linien in einem Theile des Spectrums und gleichzeitig den Ort derselben anzugeben. Denn beim ersten Anblicke sieht man im Spectrum nur die stärkeren und ganz schwarzen Linien, während, wenn man längere Zeit den Farbenstreifen ansieht, bis sich das Auge an eine bestimmte Lichtgattung gewöhnt hat, fast in jedem einzelnen Theile des Spectrums, auf den das Auge fixirt wird, eine grosse Anzahl von Linien verschiedener Lichtintensität wahrnehmbar werden, von denen man vorher entweder gar keine oder nur einzelne, und diese von anderer Beschaffenheit wahrgenommen hat. Wenn man daher mit der Beobachtung gleichzeitig die Messung der Brechungswinkel verbindet, so verschwinden, da sich in schneller Aufeinanderfolge das Auge an verschiedene Lichtgattungen gewöhnen muss, viele Linien

für den Beobachter wieder, die er bei aufmerksamer Betrachtung des Spectrums recht deutlich wahrnehmen konnte.

Ausserdem ist in manchen Theilen des Spectrums die Anzahl der in Beziehung auf Lichtintensität anscheinend gleichartigen Linien und Streifen so gross, dass ihre gegenseitige Entfernung nicht mehr mit einer annäherenden Genauigkeit gemessen werden kann; besonders, da auch noch der Umstand misslich einwirkt, dass der vertikale Faden des Mikrometers oder Fadenkreuzes einzelne Gruppen ganz feiner Linien verdecken kann. Dieser letzte Uebelstand kann zwar durch den vom Herrn Conservator Lamont mir während meiner Beobachtungen gütigst ertheilten Rath: die Spitze einer recht feinen Nadel anstatt des Spinnenfadens zum Einstellen als Index anzuwenden, grösstentheils beseitiget werden; allein an dem von mir benützten optischen Theodolithen konnte eine solche Abänderung nicht in Anwendung kommen. — Bei meinen Untersuchungen habe ich daher Messen und Zählen der Linien von einander getrennt. Ich habe nämlich die Hauptlinien, welche Fraunhofer mit *A*, *a*, *B*, *C*, *D*, *E*, *b*, *F*, *G* und *H* bezeichnet hat, zu Grunde gelegt, und zwischen je zweien dieser Linien jene Linien und Streifen, die durch ihre Stärke oder sonstige eigenthümliche Beschaffenheit sich auszeichneten, aufgesucht, und ihre gegenseitigen Entfernungen durch genaue Ablesung der zugehörigen Brechungswinkel gemessen. Sowohl nach der Messung als an anderen Tagen zu gleichen Stunden, wurden dann dieselben Theile des Spectrums wieder vorgenommen, von welchen bereits die stärkeren Linien und Streifen etc. bestimmt waren, die Zahl der in diesen Theilen enthaltenen feinen Linien so weit als dies überhaupt möglich war, angegeben, und sodann der betreffende Theil des Spectrums graphisch dargestellt. Die einzelnen auf diese Weise zu wiederholten Malen angelegten Scizzen wurden sodann nach einem und demselben Maassstabe aufgetragen, und so ergab sich das in *Fig. I* der Beilage verzeichnete Bild des Spectrums, von welchem nun die Erklärung sowohl als die dazu gehörigen Messungen angegeben werden sollen.

Bei *A* ist eine ziemlich starke, scharf begränzte Linie, sie ist fast in der Mitte einer sehr breiten Gruppe schwacher Linien. Diese letzteren erscheinen gewöhnlich so gedrängt neben einander, dass ein Zählen derselben unmöglich ist, dagegen aber konnte eine ziemlich ähnliche Nachbildung dieses Streifens gewonnen werden.

Von *A* gegen *a* sind, und zwar in der Nähe von *a*, unter günstigen Umständen zwei graue Streifen wahrnehmbar, von welchen jeder aus recht feinen Linien besteht. Den zweiten dieser Streifen habe ich gemessen, und zwar ist mit *II* eine Linie bezeichnet, die sich nahe an der Mitte desselben befindet. Zwischen den Streifen *II* und *a* ist ein schmaler lichter Streifen; *a* aber ist eine Linie in der Mitte eines breiten ganz schwarzen Streifens, der ungemein viele dunkle Linein enthält. Man kann zwischen *A* und *a* beiläufig 40 feine Linien zählen.

Zwischen *a* und *B* sind vier aus Liniengruppen bestehende Streifen enthalten, von welchen die ersten zwei fast grau, die beiden anderen aber dunkel erscheinen. Bei *I* ist eine Linie am Ende des ersten, bei *II* fast die Mitte des zweiten Streifens, *III* eine Linie an der Mitte des dritten und bei *IV* beiläufig die Mitte des vierten Streifens. *B* ist eine schwarze scharf begränzte Linie, und liegt fast in der Mitte eines breiten blassen Streifens einer Gruppe von Linien. Von *a* bis zum Ende des Streifens in *B* kann man wenigstens 140 feinere und stärkere Linien zählen.

In dem zwischen *B* und *C* liegenden Raume kann man vier Streifen unterscheiden, die aber hell erscheinen, und zwar ist *I* eine ziemlich deutliche Linie in der Mitte der ersten Gruppe, *II* ist beiläufig die Mitte des zweiten, *III* ist eine Linie an der Mitte des dritten und *IV* eine solche fast in der Mitte des vierten Streifens. Die Gruppe im 2ten Streifen ist so blass, dass der Ort derselben schwer durch Messung anzugeben war. *C* ist eine starke Linie in der Mitte eines schmalen sehr blassen Streifens. Gegen 8 oder 9 Linien sind zwischen *B* und *C* scharf markirt; bei aufmerksamer Betrachtung dieses Raumes aber, und wenn man die übrigen Theile des Spectrums unbe-

achtet lässt, kann man gegen 60 Linien zwischen *B* und *C* zählen.

Von *C* bis *D* sind sieben aus Liniengruppen bestehende Streifen wahrnehmbar, von welchen die ersten drei blass sind. Mit *I* ist das Ende der ersten, mit *II* das der zweiten, mit *III* das Ende der dritten Gruppe bezeichnet; *IV* ist eine Doppellinie im vierten Streifen, d_1 und d_2 sind deutlich markirte Doppellinien, welche durch lichte Streifen getrennt sind, *V* bedeutet den Anfang der fünften Gruppe, d_3 ist eine Doppellinie am Ende dieses Streifens, durch eine lichtere Stelle ist von dieser die Doppellinie d_4 getrennt, d_5 ist eine Doppellinie am Anfange des sechsten, d_7 eine Doppellinie am Anfange des siebenten Streifens. Eine starke ganz dunkle Doppellinie ist bekanntlich *D;* diese ist aber fast die Mitte eines sehr breiten und hellen Streifens feiner Linien. Zwischen den Streifen *I* und *II* kann man vier sehr deutliche, zwischen *II* und *III* dreissig, zwischen *III* und *IV* drei starke, zwischen d_2 und d_3 sieben dunkle, von d_3 bis *VII* zwölf sehr deutliche und von *VII* bis *D* fünfzehn deutliche Linien sehen. Heftet man aber das Auge längere Zeit auf diesen Streifen, so kann man auch sehr viele feine Linien wahrnehmen, und es mögen zwischen *C* und *D* gegen 170 Linien sich befinden. — Sieben sehr deutliche Streifen, unter welchen der 3., 4., 5. und 6. besonders stark hervortreten, sind zwischen *D* und *E* zu unterscheiden. Mit *I* ist der Anfang des ersten, mit *II* der des zweiten Streifens bezeichnet, d_1 ist eine Doppellinie am Ende des 2. Streifens, die Doppellinie d_2 ist am Ende des Streifens *III*, *IV* ist am Ende des 4. Streifens, d_3 eine Doppellinie; der Streifen *V* fängt mit einer starken Doppellinie d_4 an, und endiget bei *V;* der 6. Streifen endiget mit einer Gruppe aus sechs sehr dunklen Linien, von welchen die mittlere mit *VI* bezeichnet ist; *VII* bedeutet das Ende des 7. Streifens. Die sehr starke Linie *E* ist fast die Mitte eines Streifes feiner dicht zusammengedrängter Linien. Von *D* bis *E* kann man unter günstigen Umständen 340 Linien zählen, unter welchen aber sehr deutlich hervortreten: 5 zwischen *D* und *I*, 18 zwischen d_1 und d_2, 6 zwischen d_2 und *IV*, 10 in dem 4. Streifen, 2 sehr starke Linien zwischen *IV* und d_3, 30 zwi-

schen d_3 und d_4, 20 zwischen d_4 und V, 22 zwischen V und VI, gegen 70 zwischen VII und dem Ende des Streifens E.

Zwischen E und b ist eine starke Doppellinie bei d; b besteht bekanntlich aus drei starken Linien, von welchen die zwei letzten nahe aneinander liegen, und die Gränzen des feinen Streifens bei b bilden. Von E bis d kann man 10, von d bis b 12 ganz feine Linien zählen.

Im Raume von b bis F treten fünf sehr starke aus Linien-Gruppen bestehende Streifen hervor, die unter sich durch einzelne lichte Stellen und starke Streifen getrennt sind. I ist eine ziemlich starke Doppellinie am Ende des ersten, etwas breiten Streifens; bei II ist beiläufig der 2. Streifen; bei III_0 ist der Anfang, bei III ein starker dunkler Streifen am Ende der 3. Gruppe; ausserdem sind zwischen I und III zwei von einander getrennte Streifen, und in diesen 2 starke Linien zu sehen, zwischen III_0 und III sind 8 deutliche Linien, die mit einem starken Streifen endigen, und nach diesem drei deutliche aber helle Linien wahrnehmbar, die von einem Streifen begränzt sind. IV ist ein Streifen am Ende der 4. Gruppe, in welch letzterer noch zwei starke Streifen, die durch eine lichte Stelle getrennt sind, und 20 deutliche Linien hervortreten. V ist ein schmaler Streifen am Ende der 5. Gruppe; in dieser aber sind sehr starke Linien, unter welchen eine Doppellinie ist, dann nach dieser ist ein schmaler dunkler Streifen zu sehen. Von der 5. Gruppe aus gegen F sieht man eine sehr starke Linie und einen breiten dunklen Streifen. Bei F_a ist der Anfang, bei F_e das Ende der Gruppe in F; letztere enthält vier, theils breite, theils schmale durch lichte Stellen getrennte Streifen, am Ende des ersten Streifenpaares ist eine starke Linie. — Zwischen b und F mögen beiläufig 320 sehr feine, meistens helle Linien gezählt werden können.

Von F bis G treten fünf Hauptgruppen am deutlichsten hervor, die selbst wieder mit dunklen und hellen Streifen angefüllt sind. I ist eine starke Linie am Ende der ersten, sehr breiten, Gruppe; in dieser befinden sich acht, theils breite, theils schmale, durch lichte Stellen und durch viele sehr feine Linien getrennte Streifen. II_0 ist ein starker Streifen am Anfange, II ein solcher am Ende der 2. Hauptgruppe; s_1 ist ein

dunkler Streifen gegen die Mitte, s_2 ein sehr starker Streifen am Ende der 3. Hauptgruppe, während zwischen *II* und s_1 zwei helle, zwischen s_1 und s_2 ein breiter Streifen liegen. *IV* ist eine starke Linie am Ende eines Streifens, der die 4. Hauptgruppe begränzt; zwischen *III* und *IV* sieht man drei ziemlich breite Streifen von verschiedener Lichtstärke. *V* ist ein Streifen am Ende der 5. Hauptgruppe; zwischen *IV* und *V* sind zwei Streifen, welche durch eine lichte Stelle von einander getrennt sind. Nahe bei *V* gegen G_1 liegt ein breiter grauer Streifen, nach welchem drei starke Linien folgen. *G* liegt etwas von der Mitte eines breiten Streifens, der bei G_1 anfängt, und beiläufig bei G_2 endiget; zwischen G_1 und G_2 sind mehrere sehr starke durch helle Stellen von einander getrennte Streifen, dann eine helle aber ziemlich breite Gruppe von Linien, die von einer starken Linie begränzt ist. Die Anzahl der Linien zwischen *F* und *G* ist sehr beträchtlich; ich habe diesen Streifen mehrmals nachzubilden versucht, und dabei die Anzahl der Linien desselben auf beiläufig 900 geschätzt.

Zwischen *G* und *H* ist eine grosse Zahl heller und dunkler aus Linien-Gruppen bestehender Streifen, unter welchen ich bei meinen Messungen sechs hervorgehoben habe. *I* ist ein schmaler dunkler Streifen am Ende der 1. Gruppe; zwischen G_2 und *I* sind zwei schmale Streifeo mit drei starken Linien; *II* ist eine dunkle Linie am Ende der 2. Gruppe, während zwischen *I* und *II* vier, theils breite, theils schmale Streifen liegen, nach welchen gegen 20 sehr deutliche Linien folgen. *III* ist eine starke Linie am Ende der 3. Gruppe; *IV* eine scharf begränzte Linie am Ende der 4. Gruppe. Zwischen *III* und *IV* sind vier, theils dunkle, theils helle Streifen von ungleicher Breite, in welchen 4 starke Linien wahrgenommen werden können. Bei *s* ist ein dunkler schmaler Streifen am Anfange der 5. Gruppe; *V* ist ein starker Streifen am Ende der 5. Gruppe; zwischen *s* und *V* sind noch zwei verschieden breite Streifen und mehrere starke Linien. *VI* ist eine sehr starke Linie am Ende der 6. Gruppe; zwischen *V* und *VI* sind zwei Streifen, von welchen der erste sehr dunkel, der zweite aber hell und breit erscheint. Zwei Streifen und mehrere sehr

starke Linien liegen in dem Raume von *VI* bis *H*. Die Linie *H*, bekanntlich sehr dunkel und scharf begränzt, ist fast die Mitte eines starken und breiten Streifens, der bei H_1 anfängt und bei H_2 endiget. *S* ist eine sehr starke Linie fast in der Mitte eines sehr dunklen Streifens, dessen Anfang bei S_1, das Ende bei S_2 ist. Der Raum zwischen *G* und *S* ist mit dicht an einander gedrängten Linien angefüllt. Nach mehrmaliger Untersuchung dieses Streifens schätzte ich auf den zwischen *G* und *S* liegenden Raum gegen 350 Linien. Bis zu *S* war es mir möglich, meine Messungen und Beobachtungen zu machen, über *S* hinaus gelang es mir nur selten, in dem zwischen *S* und *J* sehr dunklem Raume mit einiger Genauigkeit die Untersuchung zu verfolgen.

Bei einem Ablenkungswinkel von $31^\circ\,26'\,7''$ gegen die Linie *A* erhielt ich für die Breite und relative Entfernung der in *Fig. I* verzeichneten Linien und Streifen die nachfolgenden Zahlenwerthe:

Raum zwischen *A* und *a*.

$[A, II]$: $5'\,30''{,}5$; $[II, a]$: $0'\,54''{,}5$.

Raum zwischen *a* und *B*.

$[a, I]$: $1'\,43''$; $[I, II]$: $1'\,12''$; $[II, III]$: $1'\,46''$;
$[III, IV]$: $0'\,47''{,}5$; $[IV, B]$: $1'\,4''{,}5$.

Raum zwischen *B* und *C*.

$[B, I]$: $0'\,57''$; $[I, III]$: $3'\,13''$; $[III, IV]$: $0'\,5''$;
$[IV, C]$: $0'\,44''$.

Raum zwischen *C* und *D*.

$[C, I]$: $1'4''$; $[I, II]$: $0'57''$; $[II, III]$: $2'19''$; $[III, IV]$: $0'55''$;
$[IV, d_1]$: $0'33''$; $[d_1, d_2]$: $0'31''{,}5$; $[d_2, V]$: $0'26''$; $[V, d_3]$: $2'18''$;
$[d_3, d_4]$: $1'1''$; $[d_4, VI]$: $3'11''{,}5$; $[VI, VII]$: $2'46''$; $[VII, D]$: $1'17''{,}5$.

Raum zwischen *D* und *E*.

$[D, I]$: $1'29''$; $[I, II]$: $1'27''$; $[II, d_1]$: $0'52''$; $[d_1, III]$: $1'1''$;
$[III, IV]$: $3'32$; $[IV, d_2]$: $0'44''$; $[d_3, d_4]$: $6'14''{,}5$; $[d_4, V]$: $6'15''{,}5$;
$[V, VI]$: $1'\,40''$; $[VI, VII]$: $2'\,49''$; $[VII, E]$: $10'\,58''$.

Raum zwischen E und b.

$[E, d]: 1'\,43''$; $[d, b_0]: 1'\,55''$; $[b_0, b]: 0'\,59''$.

Raum zwischen b und F.

$[b, I]: 2'0''$; $[I, III_0]: 2'9''$; $[III_0, III]: 2'13''$; $[III, IV]: 2'52''$; $[IV, V]: 3'\,35''$; $[V, F_a]: 1'\,39''$.

Raum zwischen F und G.

$[F_a, F_e]: 1'41''$; $[F_e, I]: 11'57''$; $[I, II_0]: 8'20''$; $[II_0, II]: 1'35''$; $[II, s_1]: 3'51''$; $[s_1, s_2]: 2'14''{,}5$; $[s_2, IV]: 5'53''$; $[IV, V]: 3'45''{,}5$; $[V, G_1]: 2'\,56''$; $[G_1, G]: 1'\,39''{,}5$.

Raum zwischen G und S.

$[G, G_2]: 1'45''{,}2$; $[G_2, I]: 4'44''$; $[I, II]: 9'7''$; $[II, III]: 3'39''$; $[III, IV]: 6'5''$; $[IV, s]: 1'1''{,}5$; $[s, V]: 0'13''{,}5$; $[V, VI]: 4'12''$; $[H_1, H]: 0'50''$; $[H, H_2]: 0'54''{,}5$; $[H_2, S_1]: 5'17''$; $[S_1, S_2]: 0'50''$.

3) Aus dem Vorhergehenden ginge nun hervor, dass zwischen A und S beiläufig gegen 3000 Linien im Spectrum des Sonnenlichtes sich befinden. Es wäre aber sehr gewagt, behaupten zu wollen, dass diese Zahl die richtige sei; indem die Mittel, welche man zur Untersuchung des Spectrums gewöhnlich anwendet, kaum ausreichen, die unter sich so verschiedenartigen Streifen und Gruppen ganz richtig anzugeben, noch viel weniger also die Linien der Zahl und Beschaffenheit nach genau bestimmen zu können. Denn benützt man nach und nach zwei verschiedene Vergrösserungen am Fernrohre, so kann man bei Anwendung der schwächeren Vergrösserung einzelne Gruppen von Linien nur als dunkle Streifen erkennen, die sich bei Anwendung der stärkeren Vergrösserung in eine grosse Zahl heller und feiner Linien auflösen, so dass bei zwei verschiedenen Vergrösserungen die Streifen, welche man bei Anwendung der schwächeren wahrgenommen hat, nicht mehr zu erkennen sind, wenn man die stärkere Vergrösserung anwendet. Aehnliches findet statt,

wenn man Prismen aus derselben Glassorte mit verschiedenen brechenden Winkeln, oder Prismen aus verschiedenen Glassorten mit gleichen brechenden Winkeln anwendet. — Die bei einer solchen Untersuchung gefundene Anzahl von Linien gibt also eigentlich nur an, dass die Zahl der fixen Linien wahrscheinlich nicht unter jener Gränze liegt.

Ein anderer Umstand, welcher die Bestimmung der Anzahl von Linien etc. im Spectrum unsicher macht, besteht darin, dass die Lichtintensität an den beiden Gränzen des Spectrums sehr schwach ist, und diese Räume deshalb sehr schwer zu beobachten sind. Haben Prisma und Objectiv des Fernrohres grosse Oeffnung, ist ferner die Lichtabsorption und Zerstreuung etc. an den Spiegeln des Heliostaten gering, so erscheint das Spectrum sehr breit, und man kann dann ohne grosse Anstrengung des Auges alle Theile des Spectrums, und zwar auf einer Seite einen grossen Raum jenseits *A*, und am andern Ende bis gegen *J* beobachten. Beobachtet man aber unter ungünstigen Umständen, so kann man gegen die beiden Enden des Spectrums, nämlich vor der Gruppe in *A*, und von *S* gegen *J* nur dann mit einiger Genauigkeit die Erscheinungen wahrnehmen, wenn man — wie schon Fraunhofer bemerkte — das Licht von allen übrigen Theilen des Spectrums absperrt, so dass das Auge gezwungen wird, die Räume von geringer Lichtintensität allein zu betrachten. — Aus diesen Bemerkungen mag zugleich noch hervorgehen, dass Resultate über die Beobachtungen des Spectrums an verschiedenen Orten nur dann verglichen werden können, wenn entweder die Beobachtungsweise und die hiebei angewendeten Mittel dieselben waren, oder wenn man, wenn letzteres nicht der Fall war, jenen Umstand gehörig in Rücksicht bringt.

4) Auch mit der Tageszeit hängt, wie von Brewster und Miller insbesondere schon früher hervorgehoben wurde, die Anzahl der Linien im Spectrum zusammen. Auch auf diesen Umstand habe ich besondere Aufmerksamkeit verwendet, wie ich schon früher hierüber — Poggendorff's Annalen der Physik etc., Bd. 75. S. 456 — berichtet habe. Zu gleichen Stunden an verschiedenen Tagen, so wie zu verschiedenen Zeiten eines und desselben Tages wurden nämlich einzelne

Theile des Spectrums untersucht, und es zeigte sich, dass in den Nachmittagsstunden zwischen *C* und *E* mehr Linien sichtbar waren, als Vormittags. Am Auffallendsten wird aber diese Erscheinung nahe, ohngefähr eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang (bei reinem wolkenfreien Himmel); während vorher zwischen *A* und *D* bloss die oben beschriebenen Erscheinungen wahrgenommen werden, so treten vor Sonnenuntergang an Stellen, die sonst fast gleichartig beleuchtet sind, Linien hervor. An den Stellen, an welchen vorher nur dunkle Streifen von der verschiedenartigsten Beschaffenheit sichtbar waren, lösen sich diese Streifen in eine grosse Anzahl von Linien auf, die in Gruppen von grauem Ansehen erscheinen. Ich habe die Erscheinungen, wie ich sie an verschiedenen Abenden und einmal während des Sonnenaufganges beobachtete, in *Fig. II* der Beilage bildlich dargestellt. Der Streifen bei *A* ist in *Fig. II* viel breiter und heller als in *Fig. I*, die einzelnen Linien dieser Gruppe lassen sich auch nahe vor Sonnenuntergang ziemlich deutlich unterscheiden. Hinter *A* ist eine wenigstens ebenso breite Gruppe *C* schwächerer Linien sichtbar, die von der Gruppe *A* durch einen hellen Streifen getrennt ist. Einigemale gelang es mir (jedoch auf sehr kurze Zeit) auch jenseits von *C* noch einen Streifen zu sehen, der aber nur ungefähr halb so breit als der in *C* zu sein schien. Zwischen *A* und *a* sind drei fast ganz gleiche und breite graue Gruppen wahrnehmbar, von welchen der dritte bei *a* dem Streifen *II* in *Fig. I* entspricht, aber breiter als dieser ist. Zwischen *C* und *a* kann man 25 recht deutlich markirte Linien sehen, die während des Tages nicht wahrgenommen werden konnten. Die Streifen zwischen *a* und *B* lösen sich in breite Gruppen ganz feiner Linien auf, und nur an den stärkeren Linien konnte man noch die Stellen erkennen, an welchen vorher im Laufe des Tages die dunkleren und helleren Streifen sichtbar waren. Zwischen *a* und *B* treten 20 besonders deutliche Linien hervor, die vorher nicht wahrgenommen wurden. Die Streifen zwischen *B* und *C* breiteten sich auch in Gruppen von fast gleichartigen Linien aus; eine auffallende Vermehrung von Linien in diesem Raume konnte ich aber nie wahrnehmen, obgleich ich diesen Streifen *BC*

ziemlich oft untersucht habe. Zwischen *C* und der Gruppe *I* nach *D* entstanden viele Linien während des Sonnenunterganges, und die Ausbreitung der Streifen zu Liniengruppen von grösserer Breite war auch hier besonders auffallend. So kamen neue Linien zwischen *C* und *I*, d_2, d_3 und d_4, *VI* und *VII*, *D* und *I* zum Vorschein, und die Anzahl der neuen Linien, die zwischen *C* und dem 1. Streifen nach *D* erschienen, mag beiläufig 36 sein.

Ein Theil neuer Linien zwischen *A* und *D*, besonders zwischen *a* und *B*, *C* und *D* konnte auch bei nebeliger Luft wahrgenommen werden, beiläufig ebenso, als wenn man die Spalte mit einem rothen Glase bedeckt; allein ob es dieselben Linien sind, wie sie nahe vor Sonnenuntergang oder während des Sonnenaufganges wahrgenommen wurden, kann ich nicht so sicher erklären, so wie ich mich überhaupt aller theoretischen Erklärungen enthalten möchte, bis ich meine Arbeiten ganz vollendet und dieselben mit den Resultaten, wie sie an anderen Orten gefunden wurden, verglichen haben werde.

5) In Beziehung auf die Vertheilung der Farben ist es schwer, Aufschlüsse zu erlangen, da bekanntlich die einzelnen Farbenabstufungen einer und derselben Farbe fast gar nicht beobachtet werden können, und der Uebergang von einer Farbe zur anderen nur unter besonderen Umständen wahrgenommen werden kann. — Eine Erscheinung war mir bei meinen Beobachtungen besonders auffallend: ich sah nämlich jenseits von *A* an der ersten Gränze des Spectrums nicht das gewöhnliche Roth, wie man es zwischen *A* und *C* bemerken kann, sondern ein viel helleres, beiläufig Ziegelroth, oder noch besser eine Farbe, wie sie das rothe Quecksilberoxyd bei gewöhnlicher Temperatur besitzt. Anfangs glaubte ich, es könnten zufällige Einflüsse diese Täuschung hervorgebracht haben; allein nachdem ich alle derartigen Einflüsse zu beseitigen mir Mühe gegeben hatte, trat jene Erscheinung nur um so deutlicher hervor. — Der rothe Streifen wird zwischen *B* und *C* besonders lebhaft gesehen, und unter gewöhnlichen Umständen sah ich die bekanntlich sehr schwer zu bestimmende Gränze von Roth und Orange bei d_5 zwischen *C* und *D*; zwischen d_1 und d_2 nach *D* erschien mir die Gränze von

Orange und Gelb; fast in der Mitte des Streifens zwischen *VII* und *E* die Gränze von Gelb und Grün; bei *F* die Gränze von Grün und Blau; am Ende des zwischen *F* und *G* liegenden Streifens *II* die Gränze von Blau und Indigo; zwischen G_2 und I_0 der Anfang von Violet. Im Spectrum des Tageslichtes oder des Lichtes einer hell beleuchteten Wolke kann man die Gränzen der Farbenstreifen leichter erkennen.

Was die besonderen Linien im Spectrum betrifft, so wurden hierüber, wie bereits — Poggendorff's Annalen, LXXV. 457 — berichtet wurde, vom Hrn. Conservator Dr. Lamont und mir Untersuchungen angestellt, aus welchen hervorging, dass die horizontalen Streifen, die zuweilen im Spectrum sich zeigen, zufällige Erscheinungen sind. Dasselbe Resultat wurde auch von Karsten und Knoblauch gefunden (Poggendorff's Annalen, LXXIV. 389). Auch bei meinen späteren Untersuchungen sowohl im Herbste 1850, als im Juli 1851 habe ich diesen Gegenstand berücksichtiget, fand aber die früheren Resultate: dass nämlich im Sonnenlichte selbst weder horizontale noch transversale Streifen, sondern keine anderen vorkommen, als die von Fraunhofer entdeckten vertikalen Linien und Streifen. Uebrigens geht aus der neueren Untersuchung von Ragona-Scina — Poggendorff's Annalen etc., LXXXIV. 590 — dasselbe Resultat hervor.

6) Endlich möchte ich der Beobachtungen des Sonnenspectrums noch erwähnen, die ich am 28. Juli 1851 während der Sonnenfinsterniss angestellt habe. Als Vorbereitung für diese Untersuchungen habe ich schon am 27. Juli in den Nachmittagsstunden von 1 Uhr bis gegen 5 Uhr alle Sonnenblicke benützt — es war nämlich am Nachmittage des 27. Juli der Himmel bewölkt, und nur von Zeit zu Zeit etwas heiter —, um das Spectrum des Sonnenlichtes zu beobachten, und diese Beobachtungen wurden auch am 29. Juli, sowie am 3. und 4. August in den Nachmittagsstunden wiederholt.

Am 28. Juli begann ich die Beobachtungen des Spectrums um 1 Uhr Mittags, und setzte dieselben bis gegen $2^1/_2$ Uhr fort. Nach dem Eintritte, der hier um $3^h\,7'\,52''{,}0$ wahrgenommen wurde, begann ich wieder die Lichtbeobachtungen, und beschloss dieselben um $4^h\,40'$ (da um diese Zeit die

Sonne vom Fenster des Beobachtungszimmers verschwand), also $32' 22''{,}1$ vor dem Austritte.

Um die relative Lage der Linien zu beobachten, stellte ich den vertikalen Faden des Fadenkreuzes auf die Hauptlinien *A*, *a*, *B* etc. nach und nach ein, beobachtete längere Zeit das Spectrum, stellte sodann auch auf andere Linien und Streifen ein, und endlich bestimmte ich die relativen Entfernungen der einzelnen Hauptlinien und Streifen: es zeigte sich aber bei allen diesen Untersuchungen, dass die Linien und Streifen während der verschiedenen Phasen der Finsterniss denselben unveränderlichen Ort beibehielten, den sie zu andern Zeiten eingenommen haben, indem die Messungen, die vor, nach und während der Finsterniss angestellt wurden, keine merklichen Unterschiede wahrnehmen liessen.

Die Intensität der Farben wurde nicht bloss viel geringer, als unter sonstigen Verhältnissen, gefunden, sondern es zeigten sich auch in Bezug auf die Ausdehnung der Farbenstreifen besondere Unterschiede. So konnte ich von 4 Uhr an ganz deutlich eine allmälige Ausbreitung des grünen Streifens gegen Blau hin wahrnehmen, den blauen Streifen nach und nach verschwinden sehen, und seine Anfangsstelle, sowie seine andere Gränze während des Verschwindens unterscheiden; dagegen wurde vom grünen Streifen fast der ganze hellblaue Antheil des Spectrums verdeckt. Nach und nach wurde auch der violette Antheil des Spectrums viel schmäler, an seine Stelle trat ein Dunkelgrau — eine farblose Stelle —, und von $4^h 15'$ bis $4^h 28'$ konnte vom blauen und violetten Streifen nichts mehr wahrgenommen werden; gegen $4^1/_2$ Uhr trat zuerst wieder der violette, und nach und nach gegen $4^h 33'$ der blaue Streifen deutlich hervor, bis gegen $4^h 40'$ das Spectrum wieder seine sämmtlichen Farbenabstufungen zeigte. Jedoch war die Intensität des Lichtes noch immer sehr schwach, und im gelben Streifen war diess besonders auffallend.

Von einzelnen Farbenstreifen konnten die Gränzen während der Finsterniss ziemlich, wenigstens so deutlich angegeben werden, wie dies sonst unter keinerlei Verhältnissen der Fall war. So fand ich nach mehrmaligen Beobachtungen, dass bei-

läufig in der Mitte des Streifens *VI* zwischen *C* und *D* die Gränze von Orange und Roth, gegen das Ende des Streifens *V* zwischen *E* und *F* die Gränze von Grün und Blau, die Linie *G* die Gränze des dunkelblauen und violetten Streifens ist.

Die Anzahl der Linien wurde nach und nach während der Finsterniss im Roth und Orange auffallend geringer; ich konnte von *C* bis *D* nur 70 deutliche Linien zwischen 4^h und $4^1/_2{}^h$ zählen; um so auffallender aber war die Vermehrung der dunklen Linien im Violet und an der Stelle, den der violette Streifen im Spectrum gewöhnlich einnimmt. Im Roth konnte ich gegen $4^h\ 25'$ nur sehr wenig deutliche Linien mehr zählen, und im Gelb war die Anzahl der Linien ebenfalls geringer als sonst.

—

Aus den im Vorhergehenden angeführten Untersuchungen möchte sich nun Folgendes ergeben, und besonders hervorzuheben sein:

1) Die von Fraunhofer entdeckten vertikalen Linien zeigen sich im Spectrum unter allen bis jetzt beobachteten Verhältnissen und unter sonst gleichen Umständen stets an derselben Stelle: sind also fixe Linien im Sonnenspectrum.

2) Die Anzahl der fixen Linien ist im rothen Antheile des Spectrums am geringsten, nimmt vom rothen gegen den violetten Theil zu, und ist im Violet am grössten.

3) Die Anzahl der Linien im Spectrum ist von der Höhe der Sonne über dem Horizonte abhängig, und wächst gegen Sonnenuntergang, so wie während des Sonnenaufganges vom Gelb bis zur wahrnehmbaren Gränze des Spectrums jenseits von *A*. — (Durch Absorption des Lichtes können ähnliche Erscheinungen hervorgebracht werden *).

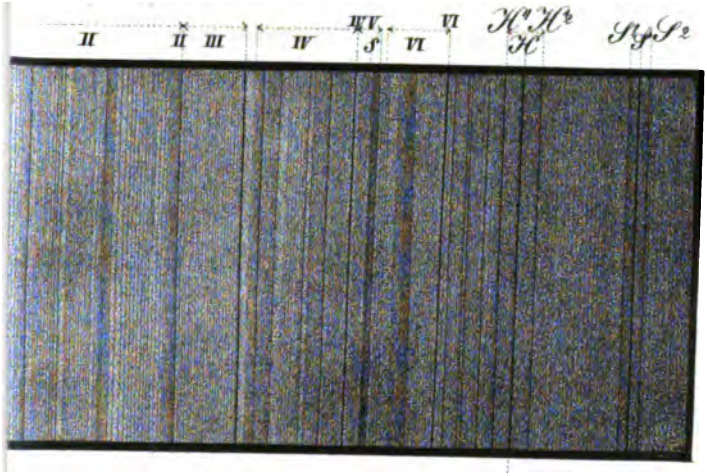
*) Dieser letzte Umstand ist von Miller — London und Edinb. phil. mag. XXVII. 81; Pogg. Ann. LXIX. 404 — am umständlichlichsten erörtert worden.

4) Die Longitudinallinien sind nicht im Sonnenlichte, sondern sind zufällige Erscheinungen.

5) Die Anzahl der Linien im Spectrum des Sonnenlichtes ist unter den gewöhnlichen Umständen gegen 3000.

München am 25. Februar 1852.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 21.)



H

W. Pape. lith.

MÉLANGES
PHYSIQUES ET CHIMIQUES

TIRÉS DU

BULLETIN PHYSICO-MATHÉMATIQUE

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

ST.-PÉTERSBOURG.

Tome I.

6me ET DERNIÈRE LIVRAISON.

Avec 4 planches.

(Prix: 70 Cop. arg. — 24 Ngr.)

St.-Pétersbourg,
de l'Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
1854.

Se vend chez MM. *Eggers* et *Comp.*, libraires, Commissionnaires de l'Académie, Perspective de Nevsky, No. 1/10, et à Leipzig, chez M. *Léopold Voss*.

19 November / 1 December 1852.

Untersuchungen über die Eigenschaften des galvanischen Elementes von F. Petruschefsky.

(Mit einer Tafel.)

Erste Abhandlung.

In den verschiedenen Werken über den galvanischen Strom habe ich nirgends eine ausführliche Darstellung und Erklärung der Veränderungen der Stromstärke finden können, wie sie durch die Zeit und die Zersetzungen der in den Elementen gebrauchten Flüssigkeiten bedingt werden. Die Eigenthümlichkeiten der hierbei sich zeigenden Erscheinungen darzulegen, und wo möglich die Ursachen der Veränderungen der Stromstärke zu bezeichnen, ist das Ziel gewesen, das ich bei einer Reihe von Versuchen, die ich mit dem galvanischen Elemente vorgenommen, vorzüglich im Auge gehabt habe.

Während meine Untersuchungen noch fortdauerten, ist von Depretz in den Comptes rendues hebdomaires über denselben Gegenstand ein Aufsatz erschienen, wo ich schon viele Aufschlüsse finde, zu denen ich durch meine eigenen Versuche damals schon gelangt war; indessen habe ich dennoch meine Untersuchungen fortgesetzt, indem ich die Erscheinungen noch specieller erörtern wollte, als es Depretz für nöthig gehalten hat.

Einige vorläufige Versuche, die ich vorgenommen hatte, um die Richtung zu bestimmen, in der die Untersuchungen

zu verfolgen seien, hatten gezeigt, dass in Elementen von verschiedener Art (wenigstens in allen, die ich untersucht habe) zwei Erscheinungen gleichzeitig statt finden:

1) Die Veränderungen der Stromstärke sind abhängig von der Natur des Elementes und von der Grösse des eingeführten Widerstandes.
2) In der Kette findet immer eine durch Endosmose hervorgerufene Strömung statt, die mit dem Strome zugleich aufhört, und deren Richtung zuweilen mit der des Stromes zusammenfält, zuweilen ihr entgegengesetzt ist.

Diesem gemäss zerfallen meine Untersuchungen in zwei Abtheilungen, in denen beide Umstände in grösster mir möglich gewesener Ausführlichkeit erörtert werden sollen.

Es ist sehr passend die Veränderungen der Stärke des Stromes graphisch darzustellen, indem man die Zeiten für Abscissen nimmt und ihnen die entsprechenden Stromstärken als Ordinaten anreiht.

Die Stromstärke habe ich an einem einfachen Galvanometer bestimmt; es bestand aus einem geraden Kupferdrahte, über welchem sich eine Magnetnadel auf einer Stahlspitze frei herumdrehte. Die Empfindlichkeit dieses Galvanometers ist nicht gross in diesem Falle, aber für mein Ziel hinreichend, da jedenfalls kleine zufällige Aenderungen des Stromes in der graphischen Darstellung bei dem Maasstabe, den ich derselben gegeben habe, doch nicht zu sehen wären.

Um die Anzeigen des Galvanometers auf Stromstärken zu reduciren, habe ich eine Reihe von Vergleichungen meines Apparates mit einem vortrefflichen Nervanderschen Galvanometer aus dem physikalischen Kabinet der hiesigen Akademie der Wissenschaften unternommen. Dieser Apparat ist von Herrn Akademiker Lenz mit grösster Sorgfalt corrigirt, so dass die Tangenten der Ablenkungswinkel der Magnetnadel, bis zu einer gewissen Gränze, den Stromstärken proportional sind.

Um den Einfluss der Excentricität zu vermeiden habe ich bei allen Versuchen an meinem Galvanometer die beiden

Enden der Magnetnadel beobachtet. Der Theilungskreis des Galvanometers war in Grade eingetheilt, jeden Grad konnte ich nach Augenmaass noch in 3 bis 4 Theile eintheilen. Eine grössere Genauigkeit habe ich für meine Versuche nicht für nöthig gehalten.

Nach der Vergleichung der beiden Galvanometer habe ich die Angaben meines Instruments noch in folgender Weise controllirt. Nachdem ich mittelst drei Stellschrauben den Theilungskreis ganz horizontal auf einer ebenen, ganz horizontalen Unterlage eingestellt hatte, so dass bei jeder Stellung des Galvanometers die Nadel immer in der Ebene des Kreises bleiben musste, wurde das Galvanometer so eingestellt, dass die Nadel gerade auf 0° der Theilung zeigte. In dieser Lage wurden dann Ströme von verschiedener Stärke durch das Galvanometer durchgelassen.

Wird die Nadel z. B. von irgend einem Strom um α abgelenkt, so verfahre ich, um die entsprechende Stärke F des Stromes zu finden, ganz wie wenn der Apparat mit einem Azimuthalkreise versehen wäre, d. h. ich drehe das Galvanometer in der Richtung der Ablenkung so lange, bis die Nadel wieder auf Null zeigt. Dann wird der Strom unterbrochen, und die Nadel, von seinem Einfluss befreit, stellt sich auf β ein; die Stomstärke F ist dann dem Sinus von β proportional. Für eine andere anfängliche Ablenkung γ wird in derselben Weise die entsprechende Stromstärke F' einer Quantität $\sin \delta$ proportional gefunden.

Es mögen die Ablenkungen des Nervanderschen Galvanometers, die den Ablenkungen δ und γ meines Galvanometers entsprechen, λ und μ sein. Diese Grössen sind aus den früheren Vergleichungen bekannt; wenn die Vergleichung richtig ist, so muss man haben:

$$\sin \beta : \sin \delta = \operatorname{tg} \lambda : \operatorname{tg} \mu$$

Wenn man aus der Proportion

$$\sin \beta : \sin \delta = \operatorname{tg} \lambda : \operatorname{tg} x$$

die Grösse x berechnet und den Unterschied der beiden Grössen x und μ bestimmt, so findet man immer sehr kleine Grössen, wie folgende Beispiele zeigen:

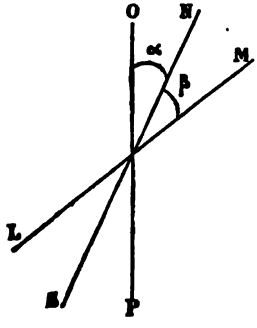
aus den Beobachtungen	β	$= 22° 40'$
	δ	$= 17° 40'$
	λ	$= 3° 43'$
	μ	$= 2° 48'$
berechnet	x	$= 2° 56'$
Unterschied		$= - 8'$

Bei anderen Versuchen habe ich die Unterschiede nicht grösser als $-7'$, $+4'$, $+18'$ u. s. w. gefunden.

Es ist aber bekannt, dass man nach der Methode der Sinuse nur bis zu einer gewissen Grösse die Ströme messen kann, desswegen habe ich über eine gewisse Zahl der Grade hinaus meinen Galvanometer auf eine andere Art controllirt, die auf der Formel

$$\operatorname{tg} x = \frac{\operatorname{tg} \gamma . \sin (\alpha + \beta)}{\sin \beta}$$

gegründet ist. Diese Formel wird folgendermaassen hergeleitet:



Es mag *OP* die Lage des Galvanometer-Drahtes vorstellen, durch welchen der Strom geht, *NS* den magnetischen Meridian, *LM* die Magnetnadel, die vom Meridian um einen Winkel β abgelenkt ist. Das Azimuth des Stromes zum magnetischen Meridian wollen wir α nennen. Die Vergleichung der Wirkung des Erd-Magnetismus mit derjenigen des galvanischen Stromes giebt uns folgende Gleichung:

$$Fm \cos (\alpha + \beta) \varphi_{(\alpha + \beta)} = Mm \sin \beta$$

wo F die auf die Nadel wirkende ablenkende Kraft, M den Erdmagnetismus, $\varphi_{(\alpha+\beta)}$ eine unbekannte Function des Winkels $\alpha + \beta$ bezeichnet und wo m den Magnetismus der Nadel bedeutet. Man hat hieraus

$$F = M \frac{\sin \beta}{\cos (\alpha + \beta) \varphi_{(\alpha + \beta)}}$$

Wenn wir annehmen, dass ein Strom F_1, von anderer Kraft als der vorige F, nach dem magnetischen Meridian gerichtet ist, und dass er die Nadel um $(\alpha+\beta)$ abzulenken im Stande ist, so hat man:

$$F_1 m \cos(\alpha+\beta)\varphi_{(\alpha+\beta)} = Mm \sin(\alpha+\beta)$$

$$F_1 = M \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos(\alpha+\beta)\varphi_{(\alpha+\beta)}}$$

Das Verhältniss der beiden Ströme F_1 und F, des stärkeren zu dem schwächeren, wird

$$\frac{F_1}{F} = \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin\beta}$$

Nehmen wir an, dass F nach der vorigen Methode schon gefunden und tg γ proportional ist, so kann man immer einen Werth tg x finden, dem F_1 proportional wäre. Dazu hat man die Formel:

$$\operatorname{tg} x = \frac{\operatorname{tg}\gamma \sin(\alpha+\beta)}{\sin\beta}$$

woraus wieder x berechnet werden kann

Die Beobachtungen selbst wurden in folgender Weise gemacht. Der Strom wird durch das Galvanometer durchgelassen und wir haben eine Ablenkung, welche einer Stromstärke, die tg γ proportional ist, entspricht. Ich nehme an, dass die Ablenkung des nördlichen Endes der Nadel von dem Meridiane nach Osten gerechnet wird. Hierauf wird der Draht des Galvanometers nach Westen vom Meridian gedreht, bis die Nadel die Anzahl Grade anzeigt, für welche ich die entsprechende Stromstärke finden will. Diese Anzahl Grade mag δ sein; da ist $\delta = \alpha+\beta$; α und β sind aber noch selbst unbekannt. Um die Grösse eines dieser Winkel zu erfahren wird der Strom unterbrochen, worauf die Nadel sich in den Meridian einstellt; er mag dabei n anzeigen (von 0° der Theilung gerechnet). Dann ist $\alpha = n$ und $\beta = \delta - n$. In dieser Weise kann man F_1 finden, wenn die Stärke F für einen Strom bekannt ist, welcher einer schwächeren Ablenkung entspricht.

Wir wollen zum Beispiel annehmen, dass nach der ersten Methode die Stromstärken, welche den Ablenkungen bis 18° entsprechen, bekannt sind; man will ermitteln, welche Stromstärke einer Ablenkung der Nadel um 20° 35′ entspricht.

Durch das Galvanometer wird ein Strom durchgelassen, der eine Ablenkung von 16° 25′ hervorbringt. Aus der früheren Vergleichung wissen wir, dass die entsprechende Stromstärke des Nervanderschen Multiplicators $F = \text{tg } 6° 49'$. Nun wird das Galvanometer gedreht bis die Nadel $20° 35' = \alpha + \beta$ anzeigt. Der Strom wird unterbrochen und man findet $\alpha = 8° 55'$, folglich $\beta = 20° 35' - 8° 45' = 11° 40'$. Diese Werthe in die Formel eingesetzt geben

$$\text{tg } x = \frac{\text{tg } 6° 49' \sin 20° 35'}{\sin 11° 40'} = \text{tg } 11° 37'$$

Dieser Versuch giebt folglich . . . . . $x = 11° 37'$

Die directe Vergleichung mit dem Nervand.

Galvanometer . . . . . $x = 11° 48'$

Unterschied $+ 11'$

Bei anderen Versuchen habe ich die Unterschiede $+ 21'$, $+ 16'$, $- 12'$, $- 13'$, bei entsprechenden $x = 32° 23'$, $32° 17'$, $20° 37'$, $16° 23'$.

Für einen solchen Galvanometer, als den meinigen, sind diese Fehler ganz zu vernachlässigen.

In dieser Weise bin ich im Stande gewesen für solche Ablenkungen des Nervanderschen Galvanometers die entsprechende Stromstärke zu finden, bei denen die Stromstärken den Tangenten der Ablenkungen nicht proportional sind.

Es ist aber nöthig zu bemerken, dass bei der Berechnung von x aus einer kleineren Grösse auf eine grössere geschlossen wird, und dass folglich hierbei leicht grosse Fehler begangen werden können; dies wird besonders der Fall, wenn die Nadel des Galvanometers nicht empfindlich genug ist, wenn die Beobachtung der Grössen $\alpha + \beta$ und α nicht mit hinreichender Genauigkeit gemacht ist, und wenn der Kreis nicht gut getheilt ist.

Während der Bestimmung dieser Correctionen wurde die Kraft des Stromes während eines jeden einzelnen Versuchs für constant gehalten.

Wenn man in dieser Weise die Werthe der verschiedenen F bestimmt hat, so kann man für seinen Galvanometer auch die verschiedenen Werthe von φ finden.

Ich habe mit Danielschen, Wollastonschen, Bunsenschen und Groveschen Elementen Versuche angestellt, in der Absicht den Grad der Beständigkeit der Ströme dieser Batterien zu ermitteln.

Die Daniel'schen Elemente, welche ich gebraucht habe, waren von verschiedener Grösse, die an geeignetem Orte näher bestimmt werden soll.

Um die Veränderung des Stromes unabhängig von dem Widerstand zu beobachten, habe ich als Leitung einen sehr dicken Draht gebraucht, dessen Widerstand, zusammen mit dem des Galvanometers, etwa von $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ jenes Widerstandes betrug, den das Element selbst darbietet.

Eine grosse Anzahl von Beobachtungen hatte mich überzeugt, dass der Strom im Anfang, gleich nach Schliessung der Kette, mit Schnelligkeit zunimmt, nach Erreichung eines Maximums aber mit derselben Schnelligkeit sich vermindert und die anfängliche Stärke erreicht, hernach sich zu vermindern fortfährt und endlich, nachdem der Strom viel schwächer geworden ist, ziemlich constant bleibt.

Anfangs glaubte ich die Ursache dieser Vergrösserung läge darin, dass der Thoncylinder nicht augenblicklich von der Flüssigkeit angefeuchtet wird; aber wenn ich die Kette ungeschlossen eine viertel, halbe und sogar eine ganze Stunde hatte stehen lassen, änderte sich die Erscheinung nicht; dies überzeugte mich, dass die Ursache des anfänglichen Steigens des Stromes eine andere ist.

Die Fig. 1 zeigt den Gang des Stroms in einem Daniel'schen Elemente, das aus einem stark gebrannten Thoncylynder oder einem Glascylinder bestand (5 englische Zoll Höhe, 35 Zoll Durchmesser), welcher im Innern eine cylindrische Kupferplatte von 45 Quadratzoll Oberfläche enthielt; der poröse, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllte, Thoncy-

linder hatte 2,7 Zoll im Durchmesser, die Zinkplatte war 5 Zoll lang, 2 Zoll breit und 0,5 Zoll dick.

Die Axe der Abscissen ist in gleiche Theile getheilt, von denen jeder eine Stunde darstellt; die Ordinaten stellen die relativen Grössen des Stroms dar, so dass ein Theil einen Strom von solcher Stärke bezeichnet, dass er im Stande ist 1 Cubikzoll (englisch) Knallgas in einer Minute bei einer Temperatur von 13° R. zu entwickeln.

Aus der Fig. 1. kann man sehen, dass der Strom in einer halben Stunde nicht ganz um $^1/_3$ seiner primitiven Stärke vergrössert worden ist, eine halbe Stunde später aber sich vermindert und seine anfängliche Grösse erreicht hat, und nur nach 6 Stunden wird er fast constant, wo seine Kraft nur noch $^1/_4$ von ihrer anfänglichen Grösse beträgt.

Der Thoncylinder dieses Elements war mit verdünnter Schwefelsäure angefüllt, die 4 Theile (im Volum) Schwefelsäure (von 1,83 specifischem Gewicht) auf 100 Theile reinen Wassers enthielt.

Nach Beendigung dieses Versuches wurde das Zink von neuem amalgamirt und die Kupferplatte gereinigt, der Glascylinder und ein neuer Thoncylinder wurden mit Flüssigkeiten von derselben Quantität und derselben Qualität gefüllt. Die Linie des Stromes trifft in diesem Falle beinahe vollkommen mit Fig. 1. zusammen, einige Unregelmässigkeiten ausgenommen, welche von 3 bis 7 Uhr sich ereignet hatten.

Bei diesen beiden Versuchen senkte sich das Niveau der Flüssigkeit in dem Gefäss mit der Zinkplatte; es wurde aber weder Säure zugegossen, noch Kupfervitriol hinzugefügt.

Fig. 2. stellt die Veränderungen des Stroms eines sehr kleinen Daniel'schen Elements vor, in welchem die Oberfläche des Zinks nicht mehr als 10 Quadratzoll hatte. Die Schwefelsäure war von eben solchem Procent-Verhältnisse, wie in dem vorigen Falle.

Hier ist das Maximum des Stromes noch einmal so gross als die primitive Stärke desselben. Bei den früheren Versuchen war diese Vergrösserung bisweilen nicht so bedeutend,

aber sie war immer, bei allen Grössen und Gestalten des Daniel'schen Elements, vorhanden.

Die folgenden Figuren stellen die Linien der Ströme dar, in welchen ein anderes Procent-Verhältniss, als ich bis jetzt gebraucht hatte, stattfand; die Grösse der Elemente war aber bei allen diesen Versuchen fast dieselbe wie beim ersten Versuche.

Fig. 3. ist der Strom bei dem Gebrauche von 4procentiger Säure (das ist 4 Volumen-Theile Säure auf 100 Theile Wasser), Fig. 4 bei 3procent.

Die folgenden Linien stellen die Ströme bei 2procentiger (Fig. 5.) und 1proc. Säure (Fig. 6.) dar.

Ich hatte einen Versuch angestellt bei welchem ich die Säure so weit verdünnte, dass 1 Theil der Säure auf 500 Theile Wasser kommen; auch in diesem Falle hatte ich eine ähnliche Vergrösserung erhalten, welche aber nur $^1/_4$ Stunde dauerte. Bei allen diesen Versuchen war die Temperatur dieselbe, aber ein wenig veränderlich, zwischen 12 und 14° R.

Es ist bekannt, dass bei dem Gebrauch wenig verdünnter Säure der Strom zunimmt, weil die innere Leitungsfähigkeit in diesem Fall besser wird; aber ich habe immer 4proc. Säure gebraucht, weil bei diesem Procent-Verhältniss das Zink leichter vor chemischer Action der Säure bewahrt werden kann. Was aber die Wirkung auf die Leitung anlangt, so ist leicht zu sehen, dass dieselbe nur in dem Fall vortheilhaft ist, wenn in die Kette ein guter Leiter eingeschaltet wird.

In der That sei der zugefügte Widerstand

$$a = nL,$$

wo L der Widerstand des Elements ist; wenn wir annehmen, dass der innere Widerstand L' durch Vergrösserung des Procent-Verhältnisses der Säure, $m$mal (hier ist es ein Bruch) grösser wird, als im ersten Fall, dann ist

$$L' = mL,$$

dann wird das Verhältniss der Stromstärke F' zur früheren sein

$$\frac{F'}{F} = \frac{L+a}{L'+a} = \frac{(n+1)}{m+n} = 1 + \frac{1-m}{n+m}$$

Wenn $m = \frac{2}{3}$ (diese Zahl habe ich für eins meiner Danielschen Elemente gefunden, wenn man von 4procentiger zu 10procentiger Säure übergeht), dann ist $\frac{1-m}{n+m} = \frac{1}{3n+2}$; für $n = 1$ wird also die Stromstärke um $\frac{1}{5}$ vergrössert. Wenn wir, ohne m zu verändern, $n = 10$ setzen, so ist die Vergrösserung $= \frac{1}{32}$. Da in der Praxis der äussere Widerstand gewöhnlich noch bedeutender ist, so gewinnen wir natürlich an Kraft weniger, als wir verlieren durch den Umstand, dass der unmittelbare Einfluss der starken Säure auf die Zinkplatte schwer zu entfernen ist, besonders wenn die Platte etwas gebraucht war.

Aus dieser Ursache habe ich in meinen Versuchen fast immer 4procentige Säure gebraucht.

Wenn in die Kette ein grosser Widerstand eingeschaltet wurde, dann erreicht die Vergrösserung keine so bedeutende (relative) Höhe, und die Figur erscheint wie ausgedehnt. So ist z. B. Fig. 7. der Strom eines Daniel'schen Elements, in welchem der eingeschaltete Widerstand $2^1/_2$mal so gross, als der anfängliche Widerstand des Elements war.

Endlich wurde der Strom fast constant, wenn der eingeschaltete Widerstand 6mal so gross war, als der des Elements; die Stromstärke änderte sich nicht um $^1/_{80}$ ihrer primitiven Grösse. Die Temperatur dieser Versuche war veränderlich von 14° bis 12° R.

Während der ganzen Dauer dieser Versuche war weder Säure zugegossen, noch Kupfervitriol zugelegt, so dass also die blaue Auflösung des letzteren allmälich blasser wurde; die Entfärbung beginnt in diesem Fall von oben und steigt allmälich herunter. Die dazu nöthige Zeit ist um so bedeutender, je grösser das Gefäss ist, welches die Kupfervitriollösung enthält, und je grösser der eingeschaltete Widerstand ist. Wenn die Flüssigkeit ihre blaue Farbe zu verlieren anfängt, dann wirkt der entfärbte Theil, in wel-

chem kein Vitriol enthalten ist, wie ein Wollaston'sches Element, und an der Kupferplatte findet eine Gasentwickelung statt. Wenn die Vitriollösung umgerührt wird, so nimmt der Strom nicht so rasch ab; die Dauer seiner Existenz ist aber kürzer. Im Allgemeinen ist die Quadratur dieser Linien, bei verschiedenen eingeschalteten Widerständen und derselben Quantität der Flüssigkeiten, eine und dieselbe, obgleich die Figur der Stromlinien verschieden ist.

Die Endosmose ist, in Elementen von der oben beschriebenen Grösse, so kräftig, dass man dieselbe eine halbe Stunde, ja sogar eine Viertelstunde nach dem Schliessen der Kette bemerken kann; daher sinkt nach einigen Stunden die Oberfläche der Flüssigkeit in dem Cylinder, welcher die Zinkplatte enthält, bedeutend. Dieser Umstand, verbunden mit der Entfärbung der Vitriollösung, ist eine der Ursachen der Unbeständigkeit des Stromes, jedoch ist dieselbe nicht die Hauptursache.

Die Figuren 8. und 9. stellen die Veränderungen zweier Ströme eines und desselben Elements dar, in dem einen (9) wurde weder Säure noch Kupfervitriol erneuert, in dem anderen (8) fand diese Erneuerung statt. Das Zugiessen der Säure geschah aus einem sehr weiten nahen Gefässe, vermittelst eines Hebers; manchmal auch aus einer umgekehrten Flasche, wie bei der Argand'schen Lampe.

Das Elemeut bestand aus einem Kupfergefässe von $6^3/_4$ Zoll Höhe und 4 Zoll Durchmesser; der Thoncylinder hatte $2^4/_5$ Zoll Durchmesser; die Zinkplatte 6 Zoll Länge, 2 Zoll Höhe und $^4/_{10}$ Zoll Dicke. An dem Kupfercylinder war ein Gefäss mit Kupfervitriolkrystallen angelöthet, welches an einer grossen Anzahl Stellen durchbohrt war.

In der 4procentigen Säure wurde die Zinkplatte um $^5/_6$ ihrer Oberfläche eingesenkt. Durch das Zufliessen der Säure blieb diese Oberfläche constant; aber die benetzte Oberfläche des Kupfercylinders vergrösserte sich immer mehr durch Zunahme der Höhe der Flüssigkeit in Folge der endosmotischen Strömung aus dem inneren Thoncylinder. Aus diesen Versuchen, welche bei der Temperatur von 18° R. angestellt wurden, kann man ersehen, dass Zugiessen von

Säure und Zulage von Vitriol unzureichend sind, um den Strom constant zu erhalten.

Depretz sagt, dass er die Daniel'sche Kette bei Temperaturen, niedriger als $9^3/_5$ R. (12° C.), untersucht hat und dass der Strom nie constant wurde; ich habe gleichfalls einige Versuche bei sehr verschiedenen Temperaturen gemacht. Fig. 10. zeigt den Gang des Stromes bei + $3^1/_2$° R. Fig. 11. bei + 38° R.

Die Grösse der Elemente ist hier fast dieselbe, wie die oben Fig. 1. beschriebenen, und auch die eingefüllten Flüssigkeiten waren dieselben; bei diesen beiden Versuchen wurde weder Kupfervitriol zugelegt, noch Säure zugegossen.

Aus den Figuren ersieht man erstens, dass der Strom bei beiden Temperaturen nicht constant ist, und zweitens, dass bei der niedrigeren Temperatur die Stromstärke schwächer ist. Man könnte auch sagen, dass bei + 38° der Strom schneller abnimmt als bei + $3^1/_2$°; dies ist jedoch nur der Fall, wenn kein Kupfervitriol zugelegt wurde.

Wenn ich die Ursachen der Stromveränderungen darlegen werde, so werde ich auch die Resultate der Versuche mittheilen, welche dazu dienten die Abhängigkeit der Coëfficienten der Stromveränderungen von der Temperatur zu bestimmen.

Nach Beendigung dieser Versuche habe ich die Stromveränderungen untersucht, welche bei jeder Unterbrechung der Kette stattfanden. Dabei bin ich zu folgenden Resultaten gelangt:

Wenn wir den Strom in seinem Anfange unterbrechen, so verändert sich durch die Unterbrechung die Gestalt der krummen Linie nicht. Wenn wir den Strom nach einer gewissen Zeit, z. B. einer Stunde nach dem Anfange des Versuches, unterbrechen, so wird jedesmal, wenn die Kette wieder geschlossen wird, eine Verstärkung des Stromes beobachtet, welche desto bedeutender wird, je länger der Zeitraum nach dem Anfange des Versuches, d. h. je schwächer die Stromstärke ist. Diese Verstärkung des Stroms nach der Unterbrechung fand immer statt, wie kurz die Unterbrechung

auch sein mochte, wenn sie auch bis auf eine Viertel-Minute, ja bis 10 und 5 Sekunden verkürzt wurde.

Diese Erscheinungen zeigen sich besonders leicht, wenn die Vitriollösung im Daniel'schen Element während des ganzen Versuches gesättigt gehalten wird; sie sind deutlicher bei höherer Temperatur, als bei niedriger.

Die Fig. 12. stellt den Gang des Stromes in einem Daniel'schen Elemente dar, welches fast von derselben Grösse war, wie beim 1. Versuche (d. h. Fig. 1.); die Temperatur war + 15° R. Vitriol wurde zugelegt, aber keine Säure zugegossen.

Die Zeiträume, auf welche ich den Strom unterbrochen habe, waren verschieden: von 15 Minuten bis $^1/_4$ Minute; um sie auf der Zeichnung sichtbar machen zu können, hätten die Abscissen in grösserem Maasstabe gezeichnet werden müssen. Um diesem Mangel abzuhelfen, gebe ich hier eine Tabelle, in welcher die Dauer jeder Unterbrechung angezeigt ist:

Die	1.	Unterbrechung	dauert	5	Min.
	2.	„	„	5	„
	3.	„	„	7	„
	4.	„	„	5	„
	5.	„	„	5	„
	6.	„	„	5	„
	7.	„	„	5	„
	8.	„	„	5	„
	9.	„	„	5	„
	10.	„	„	15	„
	11.	„	„	5	„
	12.	„	„	2	„
	13.	„	„	$^1/_2$	„
	14.	„	„	1	„
	15.	„	„	5	„
	16.	„	„	5	„
	17.	„	„	15	„
	18.	„	„	$^1/_4$	„

Anderweitige Versuche mit Daniel'schen Elementen, welche ich bei höheren Temperaturen angestellt habe, gaben ähnliche Resultate.

Endlich habe ich den Gang des Stromes in Daniel'schen Batterien von 2 bis 6 Elementen untersucht und fast die-

selben Resultate erhalten, wie für ein einziges Element, nur dass die Veränderungen nicht immer so regelmässig waren; man konnte dies voraussehen, da die Ursachen der Veränderungen dieselben bleiben für alle Elemente der Batterien, ihre Wirkungen aber nicht gleichzeitig sein konnten, weil die einzelnen Elemente niemals einander vollkommen gleich sind. Dadurch kann es geschehen, dass der Strom in einem Elemente noch verstärkt wird, während er in einem anderen schon abnimmt und in Folge dessen werden einige Unregelmässigkeiten stattfinden.

Bei jedem von allen bis jetzt beschriebenen Versuchen wurde immer frische Säure und Vitriollösung gebraucht; um diese Versuche zu ergänzen, habe ich auch einige Daniel'sche Elemente untersucht, in welchen solche Flüssigkeiten aufgegossen wurden, die in andern Elementen schon früher gedient hatten. In diesem Falle war der Strom schwächer und die anfängliche Vergrösserung nicht zu bemerken.

Ich gehe jetzt zum Wollaston'schen Elemente über, in der Absicht, entweder seine Untauglichkeit zu beweisen, oder die Fälle, in denen dasselbe nützlich sein könnte, aufzufinden.

Diese Elemente habe ich von zweierlei Art gebraucht; in der einen Art war die Zinkplatte von doppelter Kupferplatte umgeben, die andere Art habe ich aus meiner Daniel'schen Kette gebildet, indem ich den Thoncylinder herausnahm und in das gläserne Gefäss mit dem Kupfercylinder 4procentige Säure goss.

In beiden Gestalten gaben die Wollaston'schen Elemente einen Strom, welcher eine anfängliche Vergrösserung zeigt; dies geschah aber nur dann, wenn die Oberflächen der Metalle ganz rein waren. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt war, habe ich bemerkt, dass bisweilen einige Verminderung im Anfang stattfand, die aber bald in eine Vergrösserung überging; bisweilen aber nahm auch der Strom vom Anfang an bis zum Ende schnell ab.

Fig. 13. zeigt den Strom eines Wollaston'schen Elements, in welchem der Kupfercylinder und die Zinkplatte von eben derselben Grösse waren wie bei dem ersten Versuche; die

Säure war 4procentig, die Temperatur nämlich von 12° bis 14° R. Die Zinkplatte und der Kupfercylinder waren um $^9/_{10}$ ihrer Oberfläche eingetaucht.

Die krumme Linie an dieser Figur stellt den Gang des Stromes dar; man sieht, dass er nicht weniger constant ist, als der eines Daniel'schen Elements, in welches Säure während des Versuches zugegossen und Vitriol zugelegt wurde. Seine Dauer war aber kürzer, als die Dauer des Stromes der Daniel'schen Elemente bei gleicher Masse der Flüssigkeit.

Fig. 14. zeigt den Strom in einem Wollaston'schen Elemente, das eine ähnliche Grösse hatte, wie im vorigen Falle. Die Temperatur des Versuches war + 12° R.

Eine grosse Anzahl von Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen von + 12° R. bis 30° R. überzeugten mich, dass meistentheils der Strom im Anfang, wenn die Kette eben geschlossen war, zunimmt, und dass er bei höherer Temperatur immer stärker ist.

Bisweilen war die Linie des Stromes im Anfang ganz horizontal, bis jetzt aber habe ich alle unbedeutenden Umstände, welche diese Erscheinung bedingen, nicht auffinden können.

Die hauptsächliche Bedingung des Gelingens dieser Versuche ist, wie ich schon gesagt habe, die Reinlichkeit der Oberfläche der Metalle, für diesen Zweck habe ich die Zinkplatte jedesmal amalgamirt und einen Kupfercylinder gebraucht, welche vorläufig in ein Daniel'sches Element auf eine Viertelstunde eingesenkt gewesen war.

Nicht immer so leicht aber habe ich irgend bestimmte Resultate beim Gebrauch der Wollaston'schen Elemente der ersten Art, d. h. der Zinkplatte zwischen doppelten Kupferplatten erhalten können. Fig. 15. zeigt die Veränderungen der Stromstärke in einem Elemente, dessen Zinkplatte $3^1/_2$ Zoll lang und $2^1/_2$ Zoll breit; der Zwischenraum der doppelten Kupferplatte war $^3/_5$ Zoll; das Element war zu $^6/_7$ seiner Oberfläche in die Flüssigkeit eingetaucht. — Fig. 16, stellt den Strom in demselben Elemente dar, die Kupferplatte wurde zuvor mittelst einer schwachen Säure gereinigt und eine neue Zinkplatte eingesetzt; auch wurde frische Säure zugegossen. Die Temperatur war + 13° R. Ein

Wollaston'sches Element dieser Art zeigt bisweilen eine ganz befriedigende Beständigkeit, wie Fig. 17.

Hier ist der Strom bei einer bedeutenden Stärke, während der Dauer einiger Stunden fast constant; die Zinkplatte hatte 4,7 Zoll im Quadrat; der Zwischenraum der Kupferplatte = $^3/_5$ Zoll. Dieses Element war um $^9/_{10}$ seiner Oberfläche eingetaucht. Die Temperatur war von + 12 bis + 14° R.

Wurde aber dieselbe Zinkplatte von neuem amalgamirt und nochmals in das Wollaston'sche Element hineingesetzt, so fand wieder keine befriedigende Beständigkeit statt.

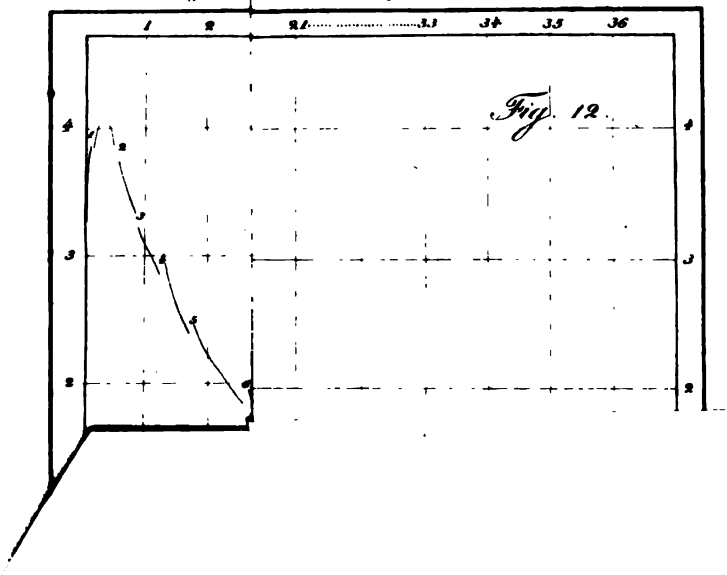
Wenn in die Kette ein bedeutender Widerstand eingeschaltet wurde, so wurde die Stromstärke beinahe constant; z. B. bei einem Widerstand, der 6mal so gross war, als der anfängliche Widerstand des Elementes, veränderte sich die Stromstärke während der Dauer von 12 Stunden kaum um $^1/_7$ und in 24 Stunden um $^1/_3$ seiner primitiven Grösse.

Es ist hier nöthig zu bemerken, dass, obgleich der Widerstand von derselben relativen Grösse war, wie in ähnlichen Versuchen mit Daniel'schen Elementen, seine absolute Grösse aber weniger beträgt; dieses beweiset, dass der Widerstand des Daniel'schen Elementes, bei eben derselben Grösse der beiden Platten, bedeutender ist als der Widerstand des Wollastonschen Elementes.

Die Erscheinungen bei Unterbrechungen der Wollaston'schen Kette sind ähnlich denjenigen, welche ich an Daniel'-Ketten beobachtete, im Falle, wenn kein Kupfervitriol hinzugefügt wurde.

In einer nächsten Abhandlung werde ich in derselben Ordnung die Veränderungen des Stromes der Grove'schen und Bunse'schen Batterien untersuchen und dann die Ursache von allen diesen Erscheinungen angeben; die Versuche hierüber sind fast schon beendigt. Die zweite Abtheilung meiner Untersuchungen soll einige Eigenschaften der endosmotischen Strömung enthalten, für deren Messung ich einen neuen, sehr empfindlichen Apparat construirt habe.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 22.)


1
2
21
31
34
35
36
4
3
2
Fig. 12.

$\frac{16}{28}$ Januar 1852.

Untersuchungen über die Fluth und Ebbe im Weissen Meere; von M. TALYSIN.

Dritte Abhandlung.

Ueber die Vertheilung der Fluth und Ebbe im Weissen Meere. (Extrait.)

(Mit einer Karte.)

Wir haben in der vorhergehenden Abhandlung gesehen, dass die Manicha davon herrührt, dass das Hochwasser der zweiten ($^1/_2$täglichen) Oscillation den Beobachtungs-Ort später, als das Hochwasser der ersten ($^1/_2$täglichen) erreicht. Die dritte Oscillation verstärkt nur diese durch die zweite hervorgebrachte Erscheinung. Die Entstehung dieser Oscillationen kann man sich auf die folgende Weise erklären. Die Erscheinungen der Fluth und Ebbe, die im Weissen Meere beobachtet werden, sind nicht unmittelbar durch die Wirkung des Mondes und der Sonne entstanden; denn die unmittelbare Wirkung dieser Gestirne auf die Gewässer des Weissen Meeres kann nicht grösser sein, als ihre Wirkung auf die Gewässer der Ostsee, des Schwarzen oder des Caspischen Meeres, wo, wie bekannt, die Erscheinung der Fluth und Ebbe ganz unmerkbar ist. Die Fluth und Ebbe im Weissen Meere haben ihre Ursache darin, dass die Oscillationen, welche durch die Wirkung der Gestirne auf die Gewässer des Oceans entstanden sind, ungehindert durch die weite Oeffnung, durch welche das Weisse Meer mit dem Ocean communicirt, sich in

dasselbe verbreiten können. — Die unmittelbare Wirkung der Gestirne auf die Gewässer des Oceans muss eine Oscillation des Wassers erzeugen, die eine Periode hat, welche dem Intervalle zwischen zwei auf einander folgenden Monds-Culminationen gleich ist. Diese Oscillation wird durch die Grösse $c_1 \cos p$ (2te Abhandl.) ausgedrückt. Wenn diese Fluth während ihrer Bewegung einen solchen Ort erreicht, wo die Tiefe sich plötzlich ändert, so muss hier mit der Fluthwelle dasselbe geschehen, was in solchen Umständen mit jeder Welle geschieht: sie wird gebrochen, und dabei können sich von ihr andere kleinere Wellen trennen, deren Perioden 2, 3 mal kleiner, als die Periode der ursprünglichen Fluthwelle, sind. Diese neugebildeten Wellen bewegen sich dann jede mit ihrer eigenthümlichen Geschwindigkeit, die unabhängig von der Geschwindigkeit der Hauptwelle ist. Auf solche Weise können wir uns eine Vorstellung davon machen, wie diese Wellen entstehen können; ob diese Erklärung ihrer Entstehung wahr oder nicht sei, das ist eine andre Frage, die aber für unsere Untersuchung gleichgültig ist; denn es genügt uns zu wissen, dass diese Wellen wirklich existiren und unabhängig von der ersten ($^1/_2$täglichen) Welle sind; ihre Unabhängigkeit aber ist durch directe Beobachtung erwiesen: denn aus den Untersuchungen des Hrn. Airy über die Fluth und Ebbe an den Küsten von Irland (*Phil. Trans.* 1845 *p.* 116) folgt, dass bei Courtown nur eine $^1/_4$tägliche Fluth und keine $^1/_2$tägliche existirt.

Die Manicha, wie wir schon in der 2ten Abhandlung bemerkt haben, bildet eine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze der Erscheinungen der Fluth und Ebbe in Meerbusen, von dem Gesetze nämlich, dass die Ebbe länger, als die Fluth, dauert. Diese grössere Dauer der Ebbe rührt, wie wir es schon gesehen haben, davon her, dass das Hochwasser der zweiten Oscillation früher den Beobachtungsort erreicht, als das Hochwasser der ersten. Folglich bewegt sich im Allgemeinen im Innern der Meerbusen die zweite Oscillation mit grösserer Geschwindigkeit, als die erste. Aber diejenigen Orte, wo die Manicha beobachtet wird, erreicht das Hochwasser der zweiten Oscillation später, als das der ersten.

Folglich um die Manicha zu erklären, müssen wir Ursache finden, die diese Verspätung der zweiten Oscillation veranlasst.

Wir besitzen Beobachtungen der Fluth und Ebbe nur aus so wenigen Orten, dass uns diese Beobachtungen nicht den Begriff von der Vertheilung der Fluth und Ebbe auf der ganzen Oberfläche des Weissen Meeres verschaffen können; aber sie genügen, um aus ihnen die Vertheilung der Fluth und Ebbe in dem Schlunde*) des Weissen Meeres abzuleiten, und somit die Ursache der Manicha zu erklären.

Diese Beobachtungen wurden von Hrn. Matserovsky, ausser der Kuja, in folgenden Orten angestellt:

Am Winterufer (Зимній берегъ), an den Mündungen der Flüsse: 1) Kedowka — hier wurden nur die Zeiten des Hochwassers beobachtet; 2) Mayda — hier wurden im Jahre 1846 acht Perioden der Fluth und Ebbe beobachtet; 3) Rutschji (Ручьи) — sechs Perioden im Jahre 1846; 4) Inzy. Hier wurden die Beobachtungen zwei mal angestellt: im Jahre 1845 wurden zwei Perioden der Fluth und Ebbe beobachtet im Jahre 1846 fünf Perioden; 5) Grosse Towa — zwei Perioden der Fluth und Ebbe im Jahre 1845; 6) Solotiza — vier Perioden im Jahre 1845.

Am gegenüberliegenden Terskischen Ufer wurde nur in einem Orte beobachtet: an der Mündung der Pulonga. Hier wurden im Jahre 1846 die Beobachtungen während 19 Perioden der Fluth und Ebbe angestellt.

Am Sommerufer wurden die Beobachtungen an der Mündung der Ssüsma (Сюзьма) mittelst des Hypsalographen im Jahre 1848 vom 20. Mai bis zum 17. October angestellt. In Una-Bucht wurden die Beobachtungen im Jahre 1845 an-

*) Reinecke (Гидрографическое Описаніе сѣвернаго берега Россіи, Ч. I. стр. 2) unterscheidet im Weissen Meere, ausser den Buchten von Mesen, Dwina, Onega und Kandalax, noch folgende Theile: 1) den nördlichen Theil, welcher sich von Kanin-noss bis zum Cap Woronow erstreckt; 2) den südlichen Theil, oder Bassin, vom Cap Keretzky bis zum Busen von Kandalax; und 3) den Schlund (горло), der diese beiden Theile verbindet.

gestellt und umfassen 29 Perioden der Fluth und Ebbe. Der Beobachtungsort befindet sich dem Pertominskischen Kloster gegenüber.

An der Ostseite der Insel Shishginsk (Шишгинскъ) wurden die Beobachtungen im Jahre 1846 angestellt und umfassen 4 Perioden der Fluth und Ebbe.

Die Beobachtungen in Ssüsma wurden ganz auf dieselbe Weise, wie die in Kuja behandelt. Für die Beobachtungen an den anderen Orten fand nur der Unterschied statt, dass während einer jeden Periode die Höhen nicht für 12, sondern für 24 Phasen bestimmt wurden, die von einander auf 15° abstehen. Die auf diese Weise erhaltenen Zahlen sind in der Tabelle I zusammengestellt. Wenn man die ganze Höhe der Fluth zur Einheit nimmt, und die Höhen für die anderen Phasen in dieser Einheit ausdrückt, so wird man die Zahlen erhalten, die Tabelle II darstellt. Hier auch wurde die Höhe für die Phase 0° als Einheit für alle Phasen der Ebbe angenommen und die Höhe für die Phase 360° als Einheit für alle Phasen der Fluth. Aus diesen Tabellen ersieht man, dass die Manicha, d. i. die Verzögerung des Steigens des Wassers während der Fluth und die grössere Dauer der Fluth, im Vergleich mit der Dauer der Ebbe, stattfindet: in der grossen Towa, Solotiza, Una-Bucht, Kuja und Ssüsma; in Mayda, Rutschji, Pulonga, Shishginsk wird keine Manicha bemerkbar.

Tabelle I.

Der Beobachtungsort.	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z	F. Z.
Mayda	6 6,5	6 1,1	5 2,2	4 5,0	3 7,7	2 11,6	2 5,4	2 0,6	1 8,8	1 5,6	1 2,7	1 0,0	0 9,6
Rutschji	5 11,0	5 8,8	5 4,0	4 9,5	4 2,0	3 5,0	2 8,9	2 1,1	1 6,1	1 0,5	0 8,1	0 4,7	0 2,2
Pulonga	6 4,3	6 2,3	5 9,1	5 2,3	4 7,9	4 0,0	3 4,1	2 7,4	1 10,0	1 1,3	0 6,4	0 2,2	0 0,5
Inzy	3 3,5	3 1,3	2 8,6	2 2,9	1 9,6	1 5,1	1 1,3	0 9,9	0 7,2	0 4,6	0 2,8	0 1,5	0 1,2
Grosse Towa ...	1 9,0	1 6,4	1 2,3	0 10,1	0 6,2	0 3,7	0 2,5	0 1,7	0 0,9	0 0,5	0 0,1	0 0,9	0 1,3
Solotiza	2 2,5	1 10,5	1 5,3	0 11,8	0 7,5	0 5,1	0 3,8	0 2,9	0 2,1	0 1,3	0 0,7	0 0,9	0 3,7
Una-Bucht.....	2 9,7	2 8,4	2 6,5	2 3,5	1 11,9	1 8,0	1 3,7	0 11,0	0 6,8	0 3,7	0 1,5	0 0,4	0 1,1
Shishginsk	3 1,3	3 0,6	2 10,6	2 7,2	2 3,6	1 10,9	1 6,6	1 2,6	0 10,4	0 6,7	0 3,3	0 1,3	0 0,1

Der Beobachtungsort.	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	360°
	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.
Mayda	0 7,6	0 5,7	0 3,8	0 2,1	0 0,9	0 2,0	0 10,6	1 11,1	3 5,9	5 0,4	5 11,0	6 3,6
Rutschji	0 0,6	0 0,9	0 5,2	1 0,1	1 6,5	2 1,0	2 8,8	3 5,2	4 2,7	4 11,1	5 5,7	5 9,8
Pulonga	0 0,5	0 1,4	0 2,5	0 4,2	0 7,5	1 2,0	2 0,6	3 1,4	4 3,3	5 4,6	6 0,9	6 3,6
Inzy	0 1,7	0 3,0	0 4,5	0 6,6	0 8,9	0 11,4	1 3,0	1 7,8	2 2,2	2 8,4	3 1,1	3 3,3
Grosse Towa ...	0 2,0	0 2,7	0 3,7	0 4,5	0 5,2	0 5,7	0 6,5	0 7,6	0 10,1	1 2,2	1 5,7	1 7,5
Solotiza.	0 7,6	0 11,4	1 2,2	1 2,1	1 0,8	0 11,1	0 10,1	0 11,1	1 2,3	1 6,9	1 11,3	2 2,0
Una-Bucht	0 3,5	0 6,9	0 10,6	1 1,6	1 4,1	1 6,7	1 9,8	2 1,0	2 4,3	2 7,2	2 9,1	2 10,2
Shishginsk	0 0,3	0 1,2	0 3,8	0 7,9	1 0,2	1 4,7	1 9,0	2 1,5	2 5,8	2 9,3	2 11,4	3 0,5

Süüsma.

Wahr. Greenw. Z. d. Monds-Culm.		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
		F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.
0^h	59^m	2 8,6	2 3,9	1 8,0	1 0,8	0 6,7	0 2,4	0 0,3	0 5,4	1 1,1	1 1,6	1 6,0	2 4,3	2 10,5
2	2	2 11,3	2 6,1	1 9,7	1 1,9	0 7,3	0 2,8	0 0,3	0 5,4	1 1,3	1 1,9	1 6,2	2 4,0	2 10,1
3	1	2 7,7	2 3,1	1 7,3	1 0,3	0 6,4	0 2,3	0 0,4	0 4,4	0 11,4	1 0,8	1 4,6	2 1,9	2 8,0
4	3	2 5,1	2 0,7	1 5,8	0 11,2	0 6,2	0 2,5	0 0,4	0 3,0	0 8,4	0 10,2	1 1,6	1 10,2	2 3,6
5	2	2 4,4	2 0,4	1 6,2	1 0,1	0 6,6	0 2,3	0 0,2	0 4,0	0 9,8	1 0,2	1 4,1	1 11,5	2 4,1
6	2	2 3,9	2 0,5	1 6,7	1 0,8	0 7,2	0 2,8	0 0,3	0 2,8	0 8,8	0 11,9	1 3,6	1 9,9	2 1,9
7	2	1 11,9	1 9,1	1 4,2	0 11,2	0 6,4	0 2,4	0 0,3	0 3,0	0 8,5	1 0,1	1 4,3	1 10,2	2 1,4
7	58	2 0,9	1 10,0	1 4,8	0 11,7	0 6,5	0 2,5	0 0,4	0 3,5	0 8,9	1 0,1	1 4,1	1 10,2	2 1,5
8	59	2 1,6	1 10,3	1 4,9	0 11,5	0 6,5	0 2,6	0 0,4	0 2,9	0 8,2	0 11,0	1 3,0	1 9.5	2 1,4
10	1	2 3,9	2 0,3	1 6,1	1 0,0	0 6,7	0 2,7	0 0,4	0 3,4	0 10,0	1 0,2	1 4,3	2 0,0	2 4,9
10	58	2 5,3	2 1,3	1 6,5	1 0,3	0 6,9	0 2,7	0 0,4	0 3,7	0 10,2	0 11,5	1 3,3	1 11,7	2 4,9
11	59	2 7,7	2 3,1	1 7,6	1 0,7	0 6,8	0 2,5	0 0,3	0 4,3	0 11,8	1 0,5	1 4,7	2 2,2	2 7,9

Tabelle II.

Der Beobachtungsort.	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
Mayda	1	0,931	0,792	0,675	0,557	0,453	0,375	0,313	0,265	0,224	0,187	0,153	0,122
Rutschji	1	0,968	0,901	0.810	0,704	0,577	0,463	0,353	0,255	0,177	0,114	0,067	0,031
Pulonga	1	0,973	0,905	0,816	0,732	0,636	0,531	0,411	0,288	0,174	0,084	0,029	0,007
Inzy	1	0,944	0,826	0,683	0,546	0,432	0,336	0,250	0,182	0.117	0,071	0,037	0,031
Grosse Towa ..	1	0,876	0,681	0,479	0,293	0,176	0,119	0,079	0,040	0,021	0.005	0,046	0,069
Solotiza.....	1	0,850	0,653	0,444	0,284	0.192	0,142	0,109	0,080	0,048	0,025	0,036	0,142
Una-Bucht	1	0,962	0,906	0,818	0,710	0,596	0.466	0,328	0,203	0,109	0,046	0,012	0,033
Shishginsk	1	0,983	0,928	0,838	0,740	0,615	0,499	0,392	0,280	0,179	0,089	0,034	0,002

Der Beobachtungsort.	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	360°
Mayda.	0,097	0,073	0,048	0,027	0,011	0,026	0,140	0,306	0,554	0,799	0,939	1
Rutschji	0,009	0,012	0,075	0,174	0,265	0,358	0,469	0,590	0,727	0,846	0,941	1
Pulonga	0,007	0,019	0,033	0,056	0,099	0,185	0,325	0,495	0,678	0,854	0,964	1
Inzy	0,043	0,075	0,115	0,169	0,227	0,290	0,382	0,505	0,667	0,825	0,945	1
Grosse Towa . .	0,100	0,136	0,187	0,231	0,264	0,292	0,331	0,390	0,518	0,731	0,905	1
Solotiza.....	0,291	0,438	0,546	0,541	0,493	0,427	0,388	0,425	0 549	0,725	0,894	1
Una-Bucht	0,104	0,203	0,309	0,400	0,472	0,547	0,638	0,732	0,828	0,912	0,969	1
Shisginsk	0,007	0,032	0,105	0,216	0,334	0,458	0,576	0,697	0,815	0,912	0,970	1

Ssüsma.

Wahr. Greenw. Z. d. Monds-Culm.	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
0^h 59^m	1	0,852	0,612	0,392	0,204	0,072	0,008	0,159	0,379	0,393	0,522	0,820	1
2 2	1	0,851	0,615	0,395	0,206	0,078	0,007	0,157	0,388	0,407	0,532	0,820	1
3 1	1	0,850	0,605	0,385	0,201	0,074	0,012	0,139	0,357	0,401	0,519	0,809	1
4 3	1	0,850	0 612	0,387	0,213	0,084	0,014	0,108	0,306	0,369	0,492	0,806	1
5 2	1	0,860	0,638	0,427	0,233	0,083	0.009	0,141	0,349	0,433	0,573	0,837	1
6 2	1	0,878	0,670	0,458	0,259	0.099	0,011	0,107	0,341	0,457	0,603	0,845	1
7 2	1	0.882	0,678	0,470	0,268	0,100	0,013	0,116	0,332	0,477	0,642	0,871	1
7 58	1	0,882	0,675	0,468	0,260	0,098	0,016	0,135	0,350	0,473	0.630	0,869	1
8 59	1	0,872	0,659	0,448	0,255	0,103	0,016	0.116	0,323	0,431	0,590	0,845	1
10 1	1	0,870	0.647	0,430	0,239	0,098	0,012	0,118	0,348	0,421	0,563	0,832	1
10 58	1	0,862	0,633	0,421	0,235	0,093	0,013	0 128	0,353	0,399	0,528	0,819	1
11 59	1	0,853	0,616	0,399	0,213	0,079	0,010	0,136	0,369	0,393	0,523	0,821	1

Aus diesen Zahlen wurden die Gesetze der Oscillation des Wassers während der Fluth und Ebbe für jeden Ort abgeleitet. Diese Gesetze sind in den Formeln der folgenden Tabelle ausgedrückt. In diese Tabelle ist für Ssüsma nur das Gesetz der mittleren Oscillation eingenommen; die Formel für die mittlere Oscillation in Kuja ist aus der vorhergehenden Abhandlung entlehnt worden.

Tabelle III.

Mayda	$y = 29{,}1^z$	$+ 31{,}6^z \cos(\varphi - 19^0 32')$	$+ 13{,}6^z \cos 2(\varphi + 2^0 22')$	$+ 4{,}7^z \cos 3(\varphi + 12^0 9')$
Rutschji	$y = 32{,}0$	$+ 33{,}1 \cos(\varphi - 7^0 5')$	$+ 3{,}3 \cos 2(\varphi + 1^0 52')$	$+ 1{,}3 \cos 3(\varphi - 9^0 38')$
Pulonga	$y = 32{,}6$	$+ 37{,}8 \cos(\varphi - 15^0 45')$	$+ 5{,}5 \cos 2(\varphi + 0^0 35')$	$+ 3{,}2 \cos 3(\varphi + 21^0 10')$
Inzy	$y = 15{,}9$	$+ 17{,}2 \cos(\varphi - 1^0 53')$	$+ 3{,}9 \cos 2(\varphi - 1^0 25')$	$+ 1{,}7 \cos 3(\varphi - 3^0 23')$
Grosse Towa .	$y = 6{,}7$	$+ 7{,}6 \cos(\varphi + 12^0 51')$	$+ 3{,}2 \cos 2(\varphi - 4^0 36')$	$+ 1{,}7 \cos 3(\varphi - 0^0 33')$
Solotiza.....	$y = 10{,}6$	$+ 8{,}6 \cos(\varphi + 32^0 19')$	$+ 4{,}3 \cos 2(\varphi - 18^0 3')$	$+ 3{,}4 \cos 3(\varphi + 5^0 17')$
Kuja.....	$y = 17{,}3$	$+ 15{,}0 \cos(\varphi + 8^0 58')$	$+ 2{,}9 \cos 2(\varphi - 35^0 50')$	$+ 1{,}9 \cos 3(\varphi + 6^0 1')$
Ssüsma.....	$y = 13{,}4$	$+ 12{,}4 \cos(\varphi + 0^0 50')$	$+ 1{,}7 \cos 2(\varphi - 22^0 52')$	$+ 1{,}3 \cos 3(\varphi + 0^0 35')$
Una-Bucht . .	$y = 17{,}4$	$+ 15{,}6 \cos(\varphi + 7^0 20')$	$+ 1{,}6 \cos 2(\varphi - 42^0 52')$	$+ 0{,}8 \cos 3(\varphi + 11^0 50')$
Shishginsk . .	$y = 18{,}0$	$+ 18{,}1 \cos(\varphi - 3^0 20')$	$+ 0{,}5 \cos 2(\varphi + 21^0 59')$	$+ 0{,}4 \cos 3(\varphi - 9^0 25')$

Geben wir diesen Ausdrücken dieselbe Form, welche in der vorhergehenden Abhandlung den Ausdrücken für das Gesetz der Oscillation des Wassers in Kuja gegeben wurde, so erhalten wir folgende Formeln:

Tabelle IV.

Mayda	$y = 29{,}1^z$	$+ 31{,}6^z \cos p$	$+ 13{,}6 \cos 2(p + 21^0 54')$	$+ 4{,}7 \cos 3(p + 31^0 41')$
Rutschji	$y = 32{,}0$	$+ 33{,}1 \cos p$	$+ 3{,}3 \cos 2(p + 8^0 57')$	$+ 1{,}3 \cos 3(p - 2^0 33')$
Pulonga	$y = 32{,}6$	$+ 37{,}8 \cos p$	$+ 5{,}5 \cos 2(p + 16^0 20')$	$+ 3{,}2 \cos 3(p + 36^0 55')$
Inzy	$y = 15{,}9$	$+ 17{,}2 \cos p$	$+ 3{,}9 \cos 2(p + 0^0 28')$	$+ 1{,}7 \cos 3(p - 1^0 30')$
Grosse Towa .	$y = 6{,}7$	$+ 7{,}6 \cos p$	$+ 3{,}2 \cos 2(p - 17^0 27')$	$+ 1{,}7 \cos 3(p - 13^0 24')$
Solotiza	$y = 10{,}6$	$+ 8{,}6 \cos p$	$+ 4{,}3 \cos 2(p - 50^0 22')$	$+ 3{,}4 \cos 3(p - 27^0 2')$
Kuja.....	$y = 17{,}3$	$+ 15{,}0 \cos p$	$+ 2{,}9 \cos 2(p - 44^0 48')$	$+ 1{,}9 \cos 3(p - 2^0 57')$
Ssüsma.....	$y = 13{,}4$	$+ 12{,}4 \cos p$	$+ 1{,}7 \cos 2(p - 23^0 42')$	$+ 1{,}8 \cos 3(p - 0^0 15')$
Una-Bucht...	$y = 17{,}4$	$+ 15{,}6 \cos p$	$+ 1{,}6 \cos 2(p - 50^0 12')$	$+ 0{,}8 \cos 3(p + 4^0 30')$
Shishginsk . .	$y = 18{,}0$	$+ 18{,}1 \cos p$	$+ 0{,}5 \cos 2(p + 25^0 19')$	$+ 0{,}4 \cos 3(p - 6^0 5')$

Aus diesen Formeln sieht man, dass die zweite Oscillation Mayda früher, als die erste erreicht; nämlich um so viel Zeit früher, als $21^0\ 54'$ der Phase der halbtäglichen Fluth sich vollendet, d. i. 45^m. Rutschji erreicht die zweite Oscillation um so viel Zeit früher, als die erste, als $8^0\ 57'$ der Phase sich vollenden, d. i. 18^m. Inzy erreicht die zweite Oscillation eine solche Zeit früher, als die erste, in welcher sich $28'$ der Phase vollenden, d. i. 1^m; folglich können wir annehmen, dass in Inzy diese beiden Oscillationen gleichzeitig ankommen. Die Orte: grosse Towa, Solotiza, Kuja, Ssüsma, Una-Bucht, d. i. diejenigen Orte, an welchen die Manicha bemerkbar wird, erreicht die zweite Oscillation später, als die erste und im Allgemeinen desto später, je weiter der Beobachtungsort vom Anfange des Schlundes absteht. In der That findet das Hochwasser der zweiten Oscillation in der grossen Towa um so viel Zeit später statt, in welcher $17^0\ 27'$ der Phase der halbtäglichen Fluth sich vollenden, d. i. 36^m, in Solotiza $1^h\ 44^m$ später.

Aus dem Gesagten folgt, dass Inzy an der Gränze liegt, wo die Manicha sich zu zeigen anfängt; und dass in dem Schlunde des Weissen Meeres die zweite Oscillation sich mehr und mehr gegen die erste verspätet. Diese Verspätung findet im Raume von Mayda bis zur Una-Bucht statt, und die Regelmässigkeit ihres Wachsens findet Ausnahmen nur an zwei Orten, nämlich: in Kuja und Ssüsma. In Kuja ist die Verspätung, welche $44^0\ 48'$ Phase gleich ist, etwas kleiner, als in Solotiza, wo sie $50^0\ 22'$ ausmacht, und in Ssüsma ist sie nur $23^0\ 42'$ gleich. Aber diese Unregelmässigkeiten lassen sich, wie wir es sehen werden, daraus erklären, dass diese beide Beobachtungsorte sich nicht am offenen Meere, sondern in einer Bucht befinden. Dabei muss noch bemerkt werden, dass das Gesetz der Oscillation des Wassers in Solotiza nur aus einer kleinen Zahl der Beobachtungen abgeleitet wurde, so dass hier die halbmonatliche Ungleichheit nicht ausgeschlossen ist; und es ist wohl möglich, dass die Verspätung, die aus den Beobachtungen während einer ganzen Semilunation abgeleitet würde, kleiner ausfiele, als für Kuja.

Wir sehen also, dass, um die Manicha zu erklären, die Ursache dieser Verspätung der zweiten Oscillation gefunden werden muss. Diese Ursache können wir aus der Vertheilung der Hafenzeiten in den Beobachtungsorten ableiten. Die folgende Tabelle enthält diese Hafenzeiten. Hier muss aber bemerkt werden, dass, da an allen Orten, Kuja und Ssüsma ausgenommen, die Beobachtungen nur während einer sehr kleinen Zeit angestellt wurden, diese aus ihnen abgeleiteten Hafenzeiten nur als erste Annäherungen zu wahren Werthen angesehen werden müssen. Indessen können diese Zahlen uns doch einen Begriff von der Vertheilung der Hafenzeiten in dem Theile des Weissen Meeres verschaffen, aus welchem wir Beobachtungen haben.

Tabelle V.

Beobachtungsort.	Hafenzeit.
Kedowka	$11^h\ 28^m$
Mayda	11 39
Rutschji	10 56
Pulonga.	11 49
Inzy.	11 20
Grosse Towa . .	10 26
Solotiza.	11 3
Kuja	4 52
Ssüsma	4 44
Una-Bucht . . .	4 37
Shishginsk . . .	4 7

Diese Tabelle zeigt, dass in dem Raume von Kedowka bis Solotiza das Hochwasser an allen Orten circa 11 Stunden nach der Culmination des Mondes eintritt, so dass in diesem Raume die Fluth keine fortschreitende Bewegung hat. Aber zwischen Solotiza und Kuja ändert sich die Hafenzeit plötzlich und erhält den Werth von circa 5 Stunden, den sie in dem Raume von Kuja bis Shishginsk beibehält. Der Unterschied zwischen diesen zwei Hafenzeiten macht circa 6 Uhr aus, was dem Intervalle vom Hochwasser bis zum Niedrigwasser gleich ist; so dass, während in dem Raume von Kedowka bis Solotiza das Wasser steigt, es in dem Raume von Kuja bis Shishginsk fällt.

Hr. Admiral Lütke in seiner Abhandlung über die Fluth und Ebbe im nördlichen Grossen Ocean und im Eismeere (*Bullet. phys. math. T. II No.* 1) nimmt an, dass die Fluth und Ebbe im Weissen Meere durch eine Fluthwelle hervorgebracht werden, welche eine fortschreitende Bewegung hat, und nachdem sie in den Schlund des Weissen Meeres eingetreten ist, sich sehr langsam in demselben fortbewegt; sobald sie aber aus dem Schlunde herausgetreten ist, nimmt sie in dem breiteren Theile des Weissen Meeres eine grösere Geschwindigkeit an. Aber diese Annahme einer fortschreitenden Fluthwelle ist nicht durch die Beobachtungen bestätigt. Denn, existirte eine solche Fluthwelle, so müssten sich zwischen Solotiza und Kuja die Orte befinden, wo die Hafenzeiten gleich 12, 1, 2 und 3 Uhr sind; aber bis jetzt haben wir keine einzige Beobachtung (wie man es aus der vorhergehenden Tabelle und der Tabelle, die sich in der Abhandlung des Hrn. Lütke im *Bullet. phys. math. T. II. S.* 11 sich findet, sehen kann), die uns berechtigen könnte, in diesem Theile des Weissen Meeres die Hafenzeiten gleich 1 oder 2 Uhr anzunehmen. Die Zahlen der vorhergehenden Tabelle deuten kein Fortschreiten der Fluth an. Diese Zahlen berechtigen uns vielmehr anzunehmen, dass in dem Schlunde des Weissen Meeres nur ein und dieselbe Hafenzeit stattfindet, nämlich 11 Uhr, so dass hier die ganze Oberfläche des Wassers in einer und derselben Zeit sich zu erheben anfängt, und um 11 Uhr nach der Culmination des Mondes den höchsten Stand erreicht; in derselben Zeit aber senkt sich die Oberfläche des Wassers in der Dwina-Bucht, in der Una-Bucht und bei Shishginsk und erreicht um 11 Uhr nach der Culmination des Mondes ihren niedrigsten Stand; 6 Uhr 12 Minuten später erreicht das Wasser in dem Schlunde ihren niedrigsten Stand, in der Dwina-Bucht, in der Una-Bucht und bei Shishginsk dagegen den höchsten. Folglich giebt es hier keine fortschreitende Welle, sondern es tritt hier eine stehende Oscillation ein; während durch dieselbe in einem Theile des von ihr eingenommenen Raumes das Wasser sich hebt, — entsteht die Fluth; zu gleicher Zeit senkt es sich in dem anderen und es entsteht hier Ebbe.

An der Gränze dieser zwei Theile muss sich ein Knoten befinden, d. i. ein solcher Ort, wo das Wasser nicht einer halbtäglichen Oscillation unterworfen ist. Aus der vorhergehenden Tabelle sieht man, dass Kedowka, Mayda, Rutschji, Inzy, die grosse Towa, Solotiza am Winterufer, und Pulonga am Terskischen Ufer sich auf einer und derselben Seite von diesem Knoten befinden; Kuja, Ssüsma, die Una-Bucht und Shishginsk aber auf der anderen. Daraus folgt, dass der Knoten irgendwo zwischen Solotiza und Kuja sich befindet. Aus den Beobachtungen des Hrn. Reinecke können wir seine Lage noch etwas genauer bestimmen. Aus diesen Beobachtungen nämlich sehen wir (*Bullet. phys.-mathem. T. II. p.* 11), dass bei Cap Keretzky die Hafenzeit gleich $4^h\ 30^m$ ist; daraus folgt, dass das Cap Keretzky auf derselben Seite vom Knoten sich befindet, wie Kuja; und folglich der Knoten irgendwo zwischen Solotiza und Cap Keretzky gesucht werden muss. So sind wir denn zu dem Schlusse geführt, dass zwischen Solotiza und Cap Keretzky sich ein Ort befinden muss, wo keine halbtägliche Fluth bemerkbar ist; aber hier giebt es eine $^1/_4$tägliche Oscillation, die während eines jeden Tages 4 mal Fluth und Ebbe hervorbringt; auch die dritte Oscillation muss hier eine merkliche Grösse haben, denn in Solotiza hat dieselbe beinahe dieselbe Grösse wie die zweite Oscillation. Dieser merkwürdige Ort des Knotens muss sich bei Cap Weprew, an der Mündung der Retschka oder Toroshna, sich befinden.

Die Existenz dieser stehenden Oscillation wird auch durch die Betrachtung der Höhen der halbtäglichen Fluth bestätigt. Denn, existirt eine solche Oscillation, so muss das Wasser in verschiedenen Theilen des von ihr eingenommenen Raumes auf verschiedene Höhen sich heben und senken: im Knoten muss die Höhe der halbtäglichen Fluth $= 0$ sein, aber je weiter der Beobachtungsort von diesem Knoten nach der einen oder der anderen Seite absteht, desto beträchtlicher muss in demselben die halbtägliche Oscillation des Wassers sein. Die Höhen der halbtäglichen Fluth, d. i. die doppelten Coefficienten der ersten Oscillation (*Tab. III.*), sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle VI.

Beobachtungsort.	Höhe der Fluth.
Mayda	5 F. 3,2 Z.
Rutschji.	5 6,2
Pulonga.	6 3,5
Inzy	2 10,4
Grosse Towa . .	1 3,3
Solotiza	1 5,3
Kuja	2 5,9
Ssüsma	2 0,9
Una-Bucht . . .	2 7,3
Shishginsk . . .	3 0,2

Aus dieser Tabelle sieht man, dass am Winterufer die Höhe der Fluth von Rutschji bis zur grossen Towa sich vermindert; bei Solotiza ist diese Höhe etwas grösser, als bei der grossen Towa; aber es ist augenscheinlich, dass bei der Ungenauigkeit der Beobachtungen, — die an allen Orten, ausser Kuja und Ssüsma, mittelst einer in Fusse und Zolle getheilten Stange angestellt wurden — und bei der kleinen Anzahl der Beobachtungen, aus einer Differenz von 2 oder 3 Zollen keine Folgerung abgeleitet werden darf, so dass diese Differenz uns in keiner Weise berechtigt den Schluss zu ziehen, dass die Höhe der Fluth in Solotiza wirklich grösser sei, als in der grossen Towa, oder dass sie in Mayda kleiner sei, als in Rutschji. Aber hier finden sich noch zwei Umstände, die solche kleine Differenzen in Rücksicht zu nehmen nicht erlauben; nämlich die halbmonatliche Ungleichheit, welche hier nicht ausgeschlossen ist, und der Umstand, dass die Beobachtungen nicht im offenen Meere, sondern in den Mündungen von Flüssen angestellt wurden. Ohne Zweifel tritt die stehende Oscillation, welche im Meere existirt, nicht in die Flüsse ein, sondern nur die fortschreitenden Wellen, welche sich von ihr verbreiten. Folglich können wir annehmen, dass von Mayda bis Solotiza die Höhe der Fluth sich vermindert. Ebenso können wir annehmen, dass von Kuja bis Shishginsk die Höhe der halbtäglichen Fluth sich vergrössert; denn, obgleich auch hier eine Ausnahme, nämlich in Ssüsma, stattfindet, — eine Ausnahme, die grösseres Gewicht dadurch er-

hält, dass die Beobachtungen hier während einer ziemlich langen Zeit und mittelst Hypsalographen angestellt wurden, — doch lässt sich auch diese Ausnahme dadurch erklären, dass Kuja und Ssüsma nicht im offenen Meere, sondern in der Dwina-Bucht sich befinden, in welche nicht die stehende Oscillation, sondern die von ihr sich fortpflanzende fortschreitende Fluthwelle eindringt.

Aus dem Gesagten folgt, dass die vorhergehende Tabelle Resultate enthält, die mit den Eigenschaften einer stehenden Oscillation in solchem Grade, wie es nur erwartet werden kann, übereinstimmen: denn mit der Annäherung zu dem Orte, wo sich der Knoten befinden soll, nimmt die Höhe der Fluth am Winterufer ab; wenn man aber diesen Ort überschreitet, so nimmt auch die Höhe der Fluth wieder zu.

Es muss noch bemerkt werden, dass wenn man die Existenz dieser stehenden Oscillation nicht zulässt, sondern annimmt, dass sich in diesem Theile des Weissen Meeres eine fortschreitende Fluthwelle bewegt, so erhält man das sehr sonderbare Resultat, dass die Höhe der Fluthwelle zunimmt, wenn sie aus dem engen Theile (dem Schlunde) in den breiten eintritt, wie es die Vergleichung der Fluthhöhen in Solotiza und der grossen Towa mit der Fluthhöhe in Kuja und Shishginsk zeigt.

Wo beginnt und endet sich diese stehende Oscillation, deren Existenz durch die vorhergehende Untersuchung erwiesen ist? Auf diese Frage können wir aus Mangel an Beobachtungen keine befriedigende Antwort geben. Aus den Beobachtungen des Hrn. Reinecke kann man vermuthen, dass diese stehende Oscillation den ganzen Raum einnimmt, der sich von Kanin-Noss, — oder wenigstens von den Drei Inseln (Tri Ostrova) bis zum Ende der Bucht von Kandalax erstreckt. Denn aus diesen Beobachtungen (*l. cit.*) sieht man, dass an allen Orten vom Cap Woronow bis zu den Drei Inseln die Hafenzeit nahezu gleich 11 Uhr ist, und dass sie in der Bucht von Kandalax auf circa 4 oder 5 Uhr fällt. Daraus können wir den Schluss ziehen, dass im ganzen Weissen Meere — vom Kanin-Noss bis zum Ende der Bucht von Kandalax — nur eine stehende Oscillation sich befindet; und dass von die-

ser stehenden Oscillation sich die fortschreitenden Wellen fortpflanzen, die in den Buchten von Mesen, Onega und Dwina die Fluth und Ebbe hervorbringen. Um sich aber von der Richtigkeit dieser Vermuthung einer stehenden Oscillation von einer so grossen Ausdehnung zu überzeugen, muss man Beobachtungen haben, in welchen nicht nur die Zeiten der Hochwasser und die Höhen der Fluth bestimmt würden, wie es mit den Beobachtungen des Hrn. Reinecke der Fall ist, sondern die einige ganze Perioden der Fluth und Ebbe umfassen.

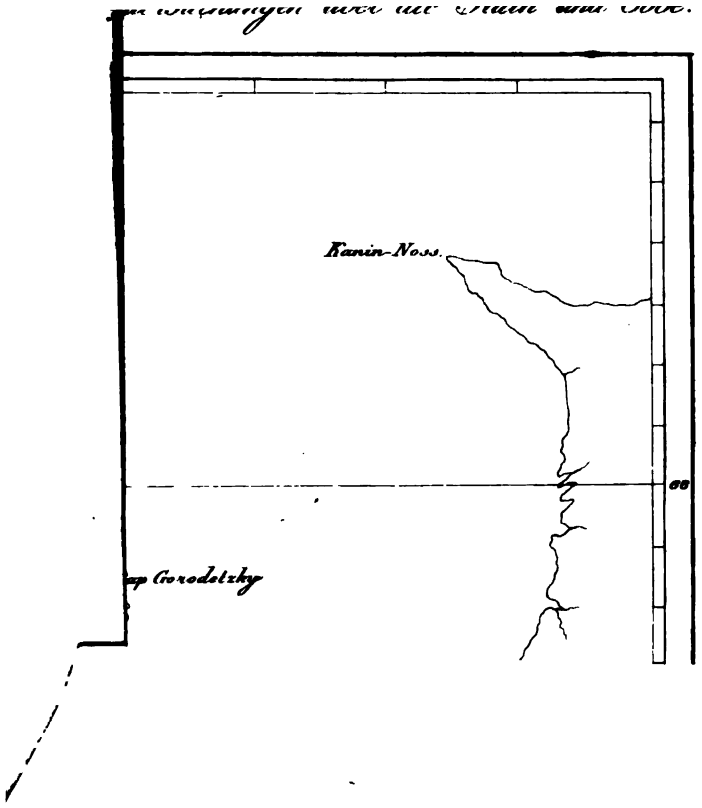
Weil, wie wir es gesehen haben, die stehende Oscillation sich wenigstens bis Shishginsk erstreckt, so müssen die Erscheinungen der Fluth und Ebbe in der Dwina-Bucht die Folge dieser Oscillation sein; aber diese Erscheinungen werden hier nicht unmittelbar durch diese stehende Oscillation hervorgebracht, sondern durch eine von ihr sich fortpflanzende Fluthwelle. Dieses wird dadurch bestätigt, dass, wie man aus der Tabelle V sehen kann, in den Orten, welche in der Dwina-Bucht sich befinden, d. i. in Kuja, Ssüsma und Una-Bucht die Hafenzeit etwas grösser ist, als bei Shishginsk. — Daraus lässt sich der Umstand erklären, dass in Ssüsma (*Tab. IV.*) die Verspätung der zweiten Oscillation kleiner, als bei Kuja ist. Denn man muss annehmen, dass hier, wie es auch im Allgemeinen der Fall ist, die zweite Oscillation sich mit grösserer Geschwindigkeit bewegt, als die erste. Die Folge davon muss augenscheinlich das sein, dass die Verspätung der zweiten Oscillation in Beziehung zur ersten desto kleiner werden wird, je grösser der Weg ist, den die Fluthwelle zurückgelegt hat. Aber man sieht aus der Karte, dass wenn sich von der stehenden Oscillation, die sich vom Cap Weprew nach Shishginsk erstreckt, eine fortschreitende Welle absondert, so hat sie, um Ssüsma zu erreichen, einen grösseren Weg zurückzulegen, als um nach Kuja zu gelangen. Folglich muss die Verspätung in Ssüsma kleiner, als in Kuja sein.

Die stehende Oscillation, deren Existenz durch unsere Untersuchung bewiesen ist, ist die Ursache der Manicha; denn in Folge dieser Oscillation entsteht das Hochwasser und Nie-

drigwasser der halbtäglichen Fluth in allen Orten nahe gleichzeitig; aber die zweite ($^1/_4$tägliche) Oscillation bewegt sich, wie eine fortschreitende Welle, und folglich muss sie sich mehr und mehr gegen die erste verspäten. Davon kommt es, dass, während die zweite Oscillation Mayda früher, als die erste erreicht, das Intervall zwischen Hochwassern dieser Oscillationen in Rutschji schon kleiner ist; in Inzy ist es gleich 0, und in der grossen Towa, Solotiza, verspätet sich die zweite Oscillation bereits gegen die erste; die Folge davon ist hier die Manicha. In Kuja, Ssüsma, Una-Bucht entsteht das Niedrigwasser nahe in derselben Zeit, als in Solotiza das Hochwasser; folglich wird dieselbe zweite Oscillation welche in Solotiza nach dem Hochwasser der ersten entstand, in diesen Orten nach dem Niedrigwasser entstehen; aber sie wird dann nicht die nächste zum Hochwasser der ersten sein; die nächste zu diesem letzten wird die sein, die dieser zweiten Oscillation vorhergeht, und die nach dem Hochwasser der ersten entsteht. Folglich wird auch in diesen Orten Manicha existiren; denn das Hochwasser der ersten Oscillation entsteht früher, als das ihm nächste Hochwasser der zweiten. — In Shishginsk giebt es keine Manicha. Das unmittelbare Resultat; welches wir aus den Beobachtungen in Shishginsk abgeleitet haben (*Tab. IV.*), besteht darin, dass in diesem Orte das Hochwasser der zweiten Oscillation früher entsteht, als das Hochwasser der ersten, nämlich eine solche Zeit früher, in welcher sich die Phase 25° 19′ der ersten Oscillation durchlaufen wird, d. i. 52^m. Da aber das Hochwasser der ersten Oscillation in Shishginsk nahe in derselben Zeit, als in der Una-Bucht, entsteht, so kann die zweite Oscillation, deren Hochwasser 52^m früher, als das Hochwasser der ersten entsteht, nicht dieselbe sein, die in der Una-Bucht das Hochwasser 105^m (= 50° 57′ Phase) später, als die erste hervorbringt; sondern muss die ihr vorhergehende sein. Folglich muss die zweite Oscillation, welche die Una-Bucht 105^m später, als die erste erreichte, Shishginsk eine solche Zeit später erreichen, in welcher sich 154° 41′ Phase vollenden, d. i. $5^h 20^m$. Dann wird das Hochwasser dieser Oscillation nicht das nächste zum Hochwasser der ersten sein; das nächste

Hochwasser der zweiten Oscillation, deren Zeit aus den Beobachtungen unmittelbar abgeleitet wird, wird früher als das Hochwasser der ersten entstehen, und folglich kann in diesem Orte keine Manicha existiren.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XI. No.* 23. 24.)


Kanin-Noss.
Gorodetzky

29 April / 11 Mai 1853.

Ueber die Zusammensetzung der Harmala-Alkaloide; von J. FRITZSCHE.

Bei den Elementaranalysen des Harmalin, Harmin und Nitroharmalidin, aus deren Resultaten ich in meinen Abhandlungen über diese Körper die Formeln für dieselben abgeleitet habe, waren mir die Resultate hinsichtlich des Kohlenstoffs in sofern nicht vollkommen befriedigend ausgefallen, als die Differenzen der für denselben erhaltenen Zahlen bedeutend genug waren, um mich in einiger Unsicherheit über die Zahl der anzunehmenden Kohlenstoffatome zu lassen. Die beobachteten Differenzen betrugen nämlich für das Harmalin 0,77, für das Harmin 0,72, und für das Nitroharmalidin sogar 1,47 Procent, während sich als Differenz für ein Atom Kohlenstoff bei der Berechnung, je nachdem man in den Formeln entweder 26 oder 27 Atome desselben annimmt, für das Harmalin 0,74, für das Harmin 0,72 und für das Nitroharmalidin 0,90 Procent ergiebt. Ich beabsichtigte deshalb schon immer diese Körper einer nochmaligen Analyse zu unterwerfen, und dabei nicht nur alle Vorsichtsmaassregeln auf das höchste zu steigern, sondern auch hauptsächlich grössere Mengen von Substanz zur Verbrennung anzuwenden, um auf diese Weise die möglichen und unvermeidlichen Fehler wenigstens bedeutend zu vermindern. Die Analyse eines neuen, dem Nitroharmalidin nahe verwandten Alkaloides aus der Harmalareihe gab mir vor Kurzem Gelegenheit, auf diese Weise zu operiren, und die Resultate von zwei Analy-

sen waren auf eine solche Weise sowohl unter einander als auch mit der Berechnung nach einer 26 Atome Kohlenstoff enthaltenden Formel übereinstimmend, dass ich durch sie veranlasst wurde, die beabsichtigte Revision der Formeln für die bereits beschriebenen Alkaloide sogleich vorzunehmen. Aus ihr ist das unzweifelhafte Resultat hervorgegangen, dass die Anzahl der Kohlenstoffatome in allen jenen Körpern nicht 27, sondern 26 beträgt, und es müssen daher alle von mir mitgetheilten Zahlen darnach verändert werden. In folgenden werde ich nun zunächst das Verfahren bei den Analysen ausführlich beschreiben und dann die Resultate derselben so wie auch die neuen Zahlen mittheilen, welche an die Stelle der in meinen Abhandlungen befindlichen zu setzen sind.

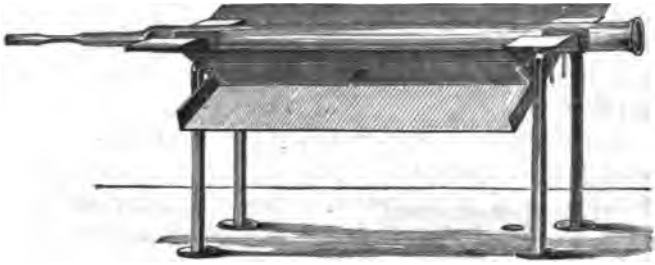
Der Apparat, dessen ich mich zu den Analysen bedient habe, war der Hess'sche; die Verbrennung wurde aber nicht gleich Anfangs im Sauerstoffstrome vorgenommen, sondern zuerst nur auf Kosten des Sauerstoffes von Kupferoxyd. Zu diesem Zwecke wurde an das hintere Ende des Verbrennungsrohrs ein dünnes, 3 bis 4 Zoll langes Rohr angeblasen, und dieses in seiner Mitte ausgezogen, um es später leicht mit der Weingeistflamme abziehen und zuschmelzen zu können; das so vorbereitete Rohr aber, welches bei einer Länge von 22 Zoll 120 bis 140 Gramm eines körnigen, bereits mehrmals im Gebrauche gewesenen Kupferoxydes fasste, wurde ganz auf die gewöhnliche Weise gefüllt, d. h. zuerst ein Pfropf von Kupferspähnen, dann etwas Kupferoxyd, darauf das in einem Porzellanmörser gemachte Gemenge der Substanz mit Kupferoxyd; und auf dieses eine 4 Zoll lange Schicht Kupferoxyd nebst Pfropf von Kupferspähnen. Nachdem hierauf durch horizontales Klopfen ein Luftkanal in dem Rohre entstanden, wurde dasselbe mit Sand von 120 bis 130° umgeben *) und aus einem mit dem hinteren Ende verbundenen Gasbehälter so lange ein Strom trockner atmosphärischer Luft hindurchgeleitet, bis alle während des Füllens angezogene Feuchtigkeit vollkommen entfernt war. Jetzt wurde das Verbrennungsrohr an seinem ausgezogenen Theile durch eine Weingeist-

*) Zu diesem Zwecke habe ich mir einen sehr bequemen Apparat

flamme zugeschmolzen, hierauf der Sand entfernt und nun das Chlorcalciumrohr und der Kaliapparat so wie auch hinter diesem noch ein Rohr mit trocknem Aetzkali mit dem Verbrennungsrohre verbunden. Die Verbindung des Chlorcalciumrohres mit dem letzteren wurde durch einen mit aller Sorgfalt vorbereiteten und mit aller Kraft eingesetzten Kork bewerkstelligt, in welchen das Chlorcalciumrohr zu noch grösserer Sicherheit mit Siegellack eingekittet worden war. Um den Kork gegen jeden Wasserverlust von aussen zu schützen, wurde er von einer aus mehreren Stücken sorgfäl-

---

construirt, von welchem ich, da er als ein Complement des Hess'schen Apparates betrachtet werden kann, hier eine Zeichnung gebe. Er be



steht aus einer einen etwas stumpfen Winkel bildenden Blechrinne, welche in den sie an beiden Enden schliessenden Wänden mit umgelegten Rändern Vertiefungen zur Aufnahme des Rohres besitzt, und neben diesen unterhalb mit Stiften versehen ist, durch deren Einsetzen in die Löcher der Stützen des Hess'schen Apparates das Ganze eine feste Stellung erhält. Die vordere, niedrigere Seite der Rinne steht mit der hinteren nicht in directer Verbindung, sondern unten einige Linien davon ab, wodurch eine die ganze Länge der Rinne einnehmende Spalte entsteht. Diese kann durch den Schieber *a* geschlossen und geöffnet werden, und da das die hintere Seite der Rinne bildende Blech gerade in der Ecke mit einem scharfen rechtwinkligen Einbuge versehen ist, dann aber wieder (mit aufgebogenen Rändern) mit dem oberen Theile parallel nach unten weitergeht, so kann der Schieber die Oeffnung vollkommen verschliessen und beim Oeffnen desselben aller Sand in einen untergestellten Blechkasten abfliessen, welcher zugleich zum Erhitzen des Sandes dient.

tig zusammengesetzten und durch ein Kautschuckband zusammengehaltenen Korkhülle vollkommen umschlossen, und auch diese Hülle vor der Einwirkung der Flamme durch einen Pappschirm möglichst geschützt. Nun wurde das zugeschmolzene Ende des Verbrennungsrohres durch einen Feilstrich angefeilt ohne es abzubrechen, in diesem geschlossenen Zustande durch ein Kautschukrohr mit dem Sauerstoffgasbehälter verbunden und hierauf die Verbrennung auf Kosten des Kupferoxyds ausgeführt. Nachdem das Rohr in seiner ganzen Länge glühend war, und nur noch eine höchst unbedeutende Gasentwickelung stattfand, wurde die innerhalb des Kautschukrohres befindliche angefeilte Spitze des Verbrennungsrohres abgebrochen und mit dem Einleiten von Sauerstoff in das Verbrennungsrohr begonnen. Erst nachdem dadurch alles reducirt gewesene Kupfer allmälig wieder vollkommen oxydirt worden, und aus dem Kalirohre eine Zeitlang Sauerstoff entwichen war, wurde die Analyse als beendet betrachtet.

Auf diese Weise habe ich von jedem der drei Alkaloide zwei Analysen ausgeführt, jede mit mehr als einem Gramm Substanz, und dabei, wie man aus dem folgenden ersieht, eben so übereinstimmende als befriedigende Resultate erhalten.

Harmalin.

I. 1,224 Grm. aus Alcohol krystallisirtes und nur ein wenig bräunlich gefärbtes Harmalin gaben 3,260 Grm. Gewichtszunahme im Kaliapparate und 0,008 Grm. im Kalirohre, also zusammen 3,268 Grm. Kohlensäure. Im Chlorcalciumrohre ergab sich eine Gewichtszunahme von 0,717 Grm., und das zum grössten Theile in der ersten Kugel angesammelte Wasser war vollkommen neutral und geschmacklos. Diese Zahlen entsprechen 0,8923 Grm. oder 72,90 Procent Kohlenstoff und 0,079666 Grm. oder 6,51 Procent Wasserstoff.

II. 1,178 Grm. desselben Präparates gaben im Kaliapparate 3,130 Grm. und im Kalirohre 0,012 Grm., also zusammen 3,142 Grm. Kohlensäure; und ferner im Chlorcalciumrohre

0,682 Grm. Wasser. Diese Zahlen entsprechen 0,8579 Grm. oder 72,83 Procent Kohlenstoff und 0,075778 Grm. oder 6,43 Procent Wasserstoff.

Diese Resultate stimmen aber vollkommen mit der Berechnung nach der Formel $C^{26}H^{28}N^4O^2$, nach welcher das Atomgewicht des Harmalins 2677,96 beträgt.

		in 100 Theilen		
		berechnet	jetzt gefunden	
			I.	II.
C^{26}	1953,12.	72,93.	72,90.	72,83.
H^{28}	174,72.	6,52.	6,51.	6,43.
N^4	350,12.	13,08.		
O^2	200,00.	7,47.		
	2677,96.	100,00.		

Für das chlorwasserstoffsaure Harmalin ergiebt sich darnach als Atomgewicht 3133,72 und in 100 Theilen besteht es aus:

berechnet		früher gefunden
85,46	Harmalin.	
14,54	Chlorwasserstoff.	14,124.
100,00.		

und für den procentischen Gehalt an jedem einzelnen Elemente:

berechnet		früher gefunden
62,33	Kohlenstoff.	63,13.
5,97	Wasserstoff.	5,825.
11,17	Stickstoff.	
6,38	Sauerstoff.	
14,15	Chlor.	
100,00.		

Für das 4 Atome Krystallwasser enthaltende chlorwasserstoffsaure Harmalin erhält man das Atomgewicht 3583,64 und es enthält in 100 Theilen:

berechnet		früher gefunden
87,45	chlorwasserstoffsaures Harmalin.	
12,55	Wasser.	12,60.
100,00.		

Für das Platindoppelsalz erhält man als Atomgewicht 5252,36 und als procentische Zusammensetzung:

berechnet		früher gefunden
37,18	Kohlenstoff.	37,625.
3,56	Wasserstoff.	3,545.
6,67	Stickstoff.	
3,81	Sauerstoff.	
25,32	Chlor.	
23,46	Platina.	23,275.
100,00.		

Aus den Vergleichungen der früher gefundenen Zahlen für diese Verbindungen mit den nach der neuen Formel berechneten ergiebt sich eine so hinreichende Uebereinstimmung, dass ich es für überflüssig gehalten habe, die Analyse dieser Körper zu wiederholen.

Harmin.

I. 1,127 Grm. blendend weisses, aus Alcohol krystallisirtes Harmin gaben 3,037 Grm. Gewichtszunahme im Kaliapparate und 0,006 Grm. im Kalirohre, also zusammen 3,043 Grm. Kohlensäure. Im Chlorcalciumrohre ergab sich eine Gewichtszunahme von 0,570 Grm. und das zum grössten Theile in der ersten Kugel angesammelte Wasser war vollkommen neutral und geschmacklos. Diese Zahlen entsprechen 0,8309 Grm. oder 73,73 Procent Kohlenstoff, und 0,06333 Grm. oder 5,62 Procent Wasserstoff.

II. 1,263 Grm. desselben Präparates gaben im Kaliapparate 3,405 Grm. und im Kalirohre 0,008 Grm., also zusammen 3,413 Grm. Kohlensäure, und ferner 0,641 Grm. Wasser. Diese Zahlen entsprechen 0,9319 Grm oder 73,78 Procent Kohlenstoff, und 0,07122 Grm. oder 5,64 Procent Wasserstoff.

Diese Resultate stimmen aber vollkommen mit der Berechnung nach der Formel $C^{26}H^{24}N^4O^2$, nach welcher das Atomgewicht des Harmins 2653,00 beträgt.

		in 100 Theilen		
		berechnet	jetzt gefunden	
			I.	II.
C^{26}	1953,12.	73,62.	73,73.	73,78.
H^{24}	149,76.	5,64.	5,62.	5,64.
N^4	350,12.	13,20.		
O^2	200,00.	7,54.		
	2653,00.	100,00.		

Für das chlorwasserstoffsaure Harmin ergiebt sich darnach als Atomgewicht 3108,76, und in 100 Theilen besteht es aus:

berechnet		früher gefunden
85,34	Harmin.	
14,66	Chlorwasserstoff.	14,275.
100,00.		

und für den procentischen Gehalt an jedem einzelnen Elemente:

62,82 Kohlenstoff.
5,22 Wasserstoff.
11,26 Stickstoff.
6,44 Sauerstoff.
14,26 Chlor.
100,00.

Für das 4 Atome Krystallwasser enthaltende chlorwasserstoffsaure Harmin erhält man das Atomgewicht 3558,68 und es enthält in 100 Theilen:

berechnet		früher gefunden
87,36	chlorwasserstoffsaures Harmin.	
12,64	Wasser.	12,43.
100,00.		

Für das Platindoppelsalz erhält man als Atomgewicht 5227,40, und als procentische Zusammensetzung:

berechnet		früher gefunden
37,36	Kohlenstoff.	37,90.
3,10	Wasserstoff.	3,17.
6,70	Stickstoff.	
3,83	Sauerstoff.	
25,44	Chlor.	
23,57	Platina.	23,25.
100,00.		

Für das neutrale schwefelsaure Harmin erhält man als Atomgewicht 3266,28, und in 100 Theilen besteht es aus:

berechnet		früher gefunden
81,23	Harmin.	
15,33	Schwefelsäure.	15,14.
3,44	Constitutionswasser.	
100,00.		

Für das 2 Atome Krystallwasser enthaltende neutrale schwefelsaure Harmin ergiebt sich als Atomgewicht 3491,19, und in 100 Theilen besteht es aus:

berechnet		früher gefunden
93,56	schwefelsaures Harmin.	
6,44	Krystallwasser.	6,57.
100,00.		

Das Atomgewicht des sauren schwefelsauren Harmins beträgt 3879,46, und in 100 Theilen besteht es aus:

berechnet		früher gefunden
68,39	Harmin.	
25,81	Schwefelsäure.	25,59.
5,80	Wasser.	
100,00.		

Aus der Vergleichung der früher gefundenen Zahlen für alle diese Verbindungen mit der nach der neuen Formel be-

rechneten ergiebt sich auch hier eine so hinreichende Uebereinstimmung, dass mir neue Analysen überflüssig erschienen.

Hydrocyanharmalin.

Die Analyse dieses eigenthümlichen Körpers zu wiederholen hielt ich für überflüssig, sowohl weil seine Zusammensetzung mit der des Harmalins im innigsten Zusammenhange steht, als auch weil die nach der neuen Formel des Harmalins dafür berechneten Zahlen als genügend übereinstimmend mit den gefundenen angesehen werden können. Das neue Atomgewicht für das Hydrocyanharmalin beträgt 3015,74, und es besteht in 100 Theilen aus:

berechnet	früher gefunden
69,74 Kohlenstoff.	69,89.
6,21 Wasserstoff.	6,49.
17,42 Stickstoff.	
6,63 Sauerstoff.	
100,00.	

oder:

berechnet	früher gefunden
88,80 Harmalin.	89,04.
11,20 Cyanwasserstoff.	10,96.
100,00.	100,00.

Für das chlorwasserstoffsaure Hydrocyanharmalin erhält man als Atomgewicht 3471,50, und es enthält in 100 Theilen:

berechnet	früher gefunden
77,14 Harmalin.	
9,73 Cyanwasserstoff.	9,51.
13,13 Chlorwasserstoff.	12,86.
100,00.	

Nitroharmalidin.

I. 1,034 Grm. aus der wässrigen Lösung des chlorwasserstoffsauren Salzes durch Ammoniak gefälltes und bei 100°

getrocknetes Nitroharmalidin gaben im Kaliapparate eine Gewichtszunahme von 2,269 Grm. und 0,008 Grm. im Kalirohre, also zusammen 2,277 Grm. Kohlensäure. Im Chlorcalciumrohre ergab sich eine Gewichtszunahme von 0,460 Grm. und das zum grössten Theile in der ersten Kugel angesammelte Wasser war auch hier vollkommen neutral und geschmacklos. Diese Zahlen entsprechen 0,62172 Grm. oder 60,13 Procent Kohlenstoff und 0,05111 Grm. oder 4,494 Procent Wasserstoff.

II. 1,029 Grm. desselben Präparates gaben 2,266 Grm. Gewichtszunahme im Kaliapparate und 0,007 Grm. im Kalirohre, also zusammen 2,273 Grm. Kohlensäure. Im Chlorcalciumrohre wurden 0,455 Grm. vollkommen neutrales und geschmackloses Wasser erhalten. Diese Zahlen entsprechen 0,6206 Grm. oder 60,31 Procent Kohlenstoff und 0,050556 Grm. oder 4,91 Procent Wasserstoff.

Diese Resultate stimmen vollkommen mit der Berechnung nach der Formel $C^{26}H^{26}N^6O^6$. Das Atomgewicht des Nitroharmalidins beträgt demnach 3240,54 und es besteht in 100 Theilen aus:

		berechnet	jetzt gefunden	
			I.	II.
C^{26}	1953,12.	60,27.	60,13.	60,31.
H^{26}	162,24.	5,01.	4,94.	4,91.
N^6	525,18.	16,21.		
O^6	600,00.	18,51.		
	3240,54.	100,00.		

Für das chlorwasserstoffsaure Nitroharmalidin ergiebt sich darnach als Atomgewicht 3696,30 und in 100 Theilen besteht dieses Salz aus:

berechnet		früher gefunden
87,67	Nitroharmalidin.	
12,33	Chlorwasserstoff.	12,14.
100,00.		

Für das Platindoppelsalz erhält man nach der neuen Formel als Atomgewicht 5814,94, und folgende procentische Zusammensetzung:

berechnet		früher gefunden
33,59	Kohlenstoff.	34,21.
3,00	Wasserstoff.	3,08.
9,03	Stickstoff.	
10,32	Sauerstoff.	
22,87	Chlor.	
21,19	Platina.	21,09.
100,00.		

Für das saure schwefelsaure Nitroharmalidin ergiebt sich als Atomgewicht 4467,00 und folgende procentische Zusammensetzung:

berechnet		früher gefunden
72,54	Nitroharmalidin.	72,77.
22,42	Schwefelsäure.	21,98.
5,04	Wasser.	
100,00.		

Für die Verbindung des Nitroharmalidins mit Silberoxyd erhält man als Atomgewicht 4690,20 und sie enthält in 100 Theilen:

berechnet		früher gefunden
69,09	Nitroharmalidin.	68,44.
30,91	Silberoxyd.	30,00.
100,00.		

Für das Hydrocyannitroharmalidin endlich ergiebt sich als Atomgewicht 3579,32 und es besteht in 100 Theilen aus:

90,535	Nitroharmalidin.	
9,465	Cyanwasserstoff.	8,85.
100,000.		

Obgleich namentlich bei diesen letzten Verbindungen die früher erhaltenen Resultate weniger gut mit den Berechnungen übereinstimmen, als dies beim Harmalin und Harmin

der Fall ist, so sehe ich doch darin keinen Grund, die neue Formel für das Nitroharmalidin in Zweifel zu ziehen, sondern stehe vielmehr nicht an, diese Differenzen dem Umstande zuzuschreiben, dass die untersuchten Präparate in Folge der Schwierigkeit ihrer Darstellung nicht hinreichend vollkommen waren.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XII. No.* 2.)

$\frac{24 \text{ Juni}}{5 \text{ Juli}}$ 1853.

Ueber den Einfluss der Geschwindigkeit des Drehens auf den durch magneto-electrische Maschinen erzeugten Inductionsstrom; vom Akademiker E. LENZ.

Zweite Abhandlung.

(Mit einer Tafel.)

In der ersten Abhandlung über den in der Aufschrift bezeichneten Gegenstand, welche in dem 7ten Bande dieses Bulletins (pag. 257) erschienen ist, habe ich gezeigt, dass, wenn man bei magneto-electrischen Maschinen das Maximum der Wirkung erreichen will, der Commutator für jede Drehungsgeschwindigkeit und für jede Stromstärke eine besondere Stellung auf der Axe erhalten müsse. Während ich durch mancherlei Hindernisse bisher abgehalten worden bin, meine weiteren Versuche über diesen Gegenstand mitzutheilen, haben zwei andre Gelehrte demselben ihre Aufmerksamkeit zugewendet, nämlich Hr. Sinsteden (Pogg. Ann. Bd. 84 pag. 181) und Hr. Koosen (Pogg. Ann. Bd. 87 pag. 386).

Der Aufsatz des Hrn. Sinsteden führt den Titel: «eine wesentliche Verstärkung des magneto-electrischen Rotationsapparats etc.» und der grössere Theil hat nicht Bezug auf den von mir behandelten Gegenstand; es liegt gegenwärtig nicht in meiner Absicht, diesen Haupttheil des Auf-

satzes des Hrn. Sinsteden zu besprechen, gegen den man übrigens, nach meiner Meinung, manche gegründete Einwürfe machen kann, — ich nehme hier nur Rücksicht auf den gegen mich gerichteten Schluss seiner Abhandlung, pag. 212. Wenn es dort heisst: «Hr. Lenz findet die Ursache der «Nichtproportionalität des Wachsthums der electromotori«schen Kraft und der Drehungsgeschwindigkeit nicht sowohl «in der zunehmenden Schwächung des Magnetismus der Ei«senkerne durch die zunehmende Drehungsgeschwindigkeit, — «wodurch die Eisenkerne, weil sie immer kürzere Zeit vor «den gleich hohen Magnetpolen verweilen, sich immer weni«ger magnetisch sättigen können, — als vielmehr in der «Rückwirkung des Stroms der inducirten Spiralen auf die in«ducirenden Eisencylinder etc. etc.», so muss ich hierzu bemerken, dass diese meine Annahme keinesweges eine willkürliche Hypothese sei, sondern dass ich im Gegentheil gezwungen wurde, meine anfangs mit Hrn. Sinsteden und allen übrigen Gelehrten übereinstimmende Ansicht aufzugeben, weil das Gesetz der Zunahme der electromotorischen Kraft bei, auf gleiche Weise, vermehrten Geschwindigkeiten des Drehens ein ganz anderes war, erstlich je nachdem meine 6 Spiralen hinter, oder neben einander verbunden waren und zweitens je nachdem die Stärke des Stroms in den inducirten Spiralen, durch Einschaltung grösserer oder geringerer Widerstände, variirte. Meine Folgerungen in dem erwähnten Aufsatze scheinen mir in dieser Beziehung so consequent zu sein, dass man den Satz annehmen muss, dass die Trägheit des Eisens, in Bezug auf Annahme des Magnetismus, in keinem Fall die Hauptursache der geringeren Zunahme des Stroms, in Vergleich mit der Zunahme der Geschwindigkeit, sein kann. Ich glaube, dass jeder in diesem Punkte mir Recht geben wird, wenn er nur auf meine dortigen Schlüsse völlig eingeht.

Dieses Eingehen in die Schlussfolge dessen, den er zu widerlegen sucht, vermisse ich aber bei Hrn. Sinsteden, sonst könnte er mir nicht zur Last legen, was in den nun folgenden Sätzen mir in der That aufgebürdet wird. Er sagt hier, dass ich nur den beim Verschwinden des Magnetismus erregten

Inductionsstrom berücksichtige, den beim Magnetischwerden der Eisenkerne inducirten Strom aber ganz vernachlässigt habe. Allein der blosse Anblick der Curve $NaSbN'$, welche in meinem Aufsatz die Veränderungen der electromotorischen Kraft des inducirten Stroms in seinen verschiedenen Phasen ausdrückt, zeigt ja in den Theilen von a bis S und von b bis N deutlich, dass der beim Magnetischwerden inducirte Strom mit eben der Stärke in Betracht gezogen ist, wie der beim Verschwinden inducirte, welcher den Theilen der krummen Linie von N bis a und von S bis b entspricht. Hier bin ich offenbar von Hrn. Sinsteden missverstanden worden. Dass aber dieses Missverstehen nicht blos Folge einer unklaren Darstellung von meiner Seite ist, darüber beruhigt mich der schon oben citirte Aufsatz des Hrn. Koosen, welcher die Richtigkeit meiner Erfahrungen und Schlüsse vollkommen anerkennt und durch eigne Versuche bestätigt. Hr. Koosen ist aber noch weiter gegangen und hat es versucht, für eine bestimmte Gestalt der Magnetisirungscurve, — d. h. der krummen Linie, welche durch ihre Ordinaten die Stärke des Magnetismus der Eisenkerne in seinen verschiedenen Phasen ausdrückt, — mathematisch zu bestimmen, wie weit die auf die Eisenkerne zurückwirkende Magnetisirungskraft des inducirten Stroms das Phänomen modificirt und wie die inducirte Stromkraft mit der Geschwindigkeit variiren muss. Wenn die angenommene Magnetisirungscurve oder die ihr entsprechende Funktion auch nicht die wahre ist, was Hr. Koosen auch keineswegs behauptet, sondern dieselbe nothwendig für verschiedene Maschinen, je nach der Anordnung der Magnetpole gegen die Eisencylinder, sehr variiren muss, so wäre doch selbst für einen solchen fingirten Fall die Betrachtung des Hrn. Koosen sehr belehrend; ich gestehe aber, dass mich die Herleitung seiner Differentialgleichung nicht befriedigt hat. Es scheint mir nämlich, dass (pag. 392) das, im Zeittheilchen dt von dem Stahlmagneten auf den Eisenkern wirkende, magnetische Moment nicht durch $(M-y)\,dt$, sondern einfach durch Mdt ausgedrückt werden muss, oder dass dieses Moment unabhängig sei von dem sonst schon im Eisenkern, durch andre Ursachen, erregten Magnetismus. Al-

lein vielleicht werde ich hierüber bei einer andern Gelegenheit ausführlicher mich erklären; in diesem Aufsatze ziehe ich es vor, in Bezug auf unsern Gegenstand, das Gebiet der Erfahrung nicht zu verlassen.

Ehe ich zu meinen ferneren Versuchen übergehe, glaube ich darauf aufmerksam machen zu müssen, dass das Nichtbeachten der Nothwendigkeit, den Commutator für jede Veränderung der Drehungsgeschwindigkeit oder der Stärke des inducirten Stroms zu verstellen, wie dieselbe in meinem ersten Aufsatz nachgewiesen ist, — nothwendig wesentlichen Einfluss auf manche Resultate gehabt haben muss, welche aus Versuchen mit magneto-electrischen Maschinen hergeleitet worden sind, ehe dieser Einfluss beachtet werden konnte, so dass die Folgen desselben andern Ursachen zugeschrieben wurden. Ich will zwei dieser Fälle näher bezeichnen.

Es sind mehrfach Versuche gemacht worden, statt hydro-electrischer Elemente, magneto-electrische Maschinen zu galvanischen Zwecken zu gebrauchen. Der verstorbene Capt. Jewreinof hat mir mündlich mitgetheilt, dass er vor mehreren Jahren solche Versuche in der galvanoplastischen Fabrik des verstorbenen Herzogs von Leuchtenberg angestellt hat und zwar mit derselben Störerschen Maschine, welche mir zu meinen Versuchen diente; die gleichförmige Drehung wurde hierbei durch ein kleines Wasserrad bewirkt. Das Resultat fiel aber ungünstig aus, indem der Kupferniederschlag keine feste Metallplatte bildete, wie bei Anwendung hydro-electrischer Elemente, sondern eine brocke Masse. — Ferner wird die Conferenz sich erinnern, dass unser College Hamel, bereits vor mehren Jahren, von Versuchen in England gesprochen hat, die zu demselben Zwecke nur in viel grösserm Maassstabe angestellt wurden und von welchen man sich sehr günstige Resultate versprach. Dass man seitdem nichts weiter von diesen Resultaten erfahren hat, scheint anzuzeigen, dass die Versuche gescheitert sind. — Endlich hat unser College, Hr. Jacobi, uns einen Fall mitgetheilt, wo er in der That einen galvanoplastischen Abdruck vermittelst einer magneto-electrischen Maschine erhalten hat (*Bullet. de la classe physico mathém. T. V. pag.* 318); allein auch er führt dabei an,

dass die Platte nicht die gewünschte Biegsamkeit hatte. — Der Grund des Misslingens derartiger Versuche liegt in der falschen Stellung des Commutators, die damals noch nicht bekannt war. Der Commutator wurde nämlich immer so gestellt, dass er den Strom in der Lage des Maximums der Anziehung der Eisenkerne durch die Magnete wechselte. Wir wissen jetzt aber, dass bei dieser Stellung des Commutators der Strom nicht in der Phase gewechselt wird, wo er in der That aus einer Richtung in die entgegengesetzte übergeht, sondern früher; ein geringer Theil des Stromes musste also durch den verbindenden Leiter in entgegengesetzter Richtung durchgehn, als der Hauptstrom. Bildet nun ein galvanoplastischer Apparat die Schliessung, so wird eine kurze Zeit lang an der Kathode Sauerstoffentwickelung statt finden, das galvanoplastisch reducirte Kupfer wird also zum Theil oxydirt werden und die galvanoplastische Platte aus einem Gemenge von metallischem Kupfer und Kupferoxyd oder Kupferoxydul bestehn, so dass sich keine feste Metallplatte bilden kann. Bei solchen Versuchen müsste also, — bei Anwendung einer beständig gleichförmigen Drehungsgeschwindigkeit und unter Voraussetzung eines gleichbleibenden Leitungswiderstandes des galvanoplastischen Apparats, — jedesmal zuvor sorgfältig ermittelt werden, welche Stellung auf der Axe dem Commutator gegeben werden soll. Dieser Umstand macht die Anwendung magneto-electrischer Maschinen zu galvanischen Zwecken oder überhaupt zu chemischen Zersetzungen weniger geeignet.

Ein zweiter Fall, wo ich in der Verschiebung des Nullpunktes des inducirten Stroms die Erklärung einer bereits bekannten Factums finde, bietet sich in der Erscheinung dar, auf welche unser College, Hr. Jacobi, die Aufmerksamkeit der Conferenz gelenkt hat (*Bullet. de la cl. phys. mathém. T. V. pag.* 106). Als er nämlich die electromotorische Kraft einer magneto-electrischen Maschine auf die gewöhnliche Weise bestimmte, indem er nämlich die Widerstände der magneto-electrischen Kette durch einen Agometer änderte und die diesen Aenderungen entsprechenden Stromstärken am Multiplicator beobachtete, so gelangte er zu dem Resultat, dass die

electromotorische Kraft der magneto-electrischen Maschine um so grösser erscheint, je grösser der eingeschaltete Widerstand ist. Der Commutator war hierbei, wie es bisher immer der Fall war, so gestellt, dass der Stromwechsel stattfand, wenn die Eisenkerne den Magnetpolen grade gegenüber standen; folglich ging ein Theil des Stroms in entgegengesetzter Richtung durch den Multiplicator und verminderte also die Abweichung seiner Nadel. Da man, um dieses zu vermeiden, den Commutator um so mehr verstellen muss, je stärker der Strom, also je geringer der Widerstand des Agometers ist, so war die Schwächung des Stroms im Multiplicator um so grösser, je geringer der Widerstand war und folglich musste die electromotorische Kraft in diesem Falle geringer ausfallen.

Ich habe einige Versuche angestellt, mit meiner Störerschen Maschine und dem Nervanderschen Multiplicator, um zu ermitteln, wie das Resultat ausfallen wird, wenn man dem Commutator die richtige Stellung giebt. Zu dem Ende bestimmte ich zuerst, um wie weit bei jeder Stromstärke der Commutator verstellt werden musste, um das Maximum der Stromstärke zu erreichen. Ich fand folgende Werthe für diese Verstellung:

Ablenk. d. Multiplic.	Stellung d. Commut.
5^{0}	$16,5^{0}$
10	16,5
15	16,5
20	18,0
25	18,5
30	24,0

Indem ich nun den Agometer verstellte, bis ich eine bestimmte Ablenkung erhielt und hierbei den Commutator in der durch obige Tabelle angegebenen Stellung fixirte, erhielt ich folgende Beobachtungen, in welchen ich, statt der Ablenkungen der Multiplicatornadel, gleich die entsprechenden Stromstärken angebe:

Stromstärke.	Agometer.
5,01 . . .	42,11
10,10 . . .	17,53
15,35 . . .	9,14
20,85 . . .	4,74
26,71 . . .	2,03
33,08 . .	— 0,04

Bei der letzten Beobachtung war die Agometerrolle um 0,04 hinter dem Punkt des Agometerdrathes zurückgerückt, welcher der 0 seine Theilung entspricht; darum ist das Zeichen — vorgesetzt.

In der Voraussetzung, dass die electromotorische Kraft in allen diesen Fällen constant $= k$ sei, erhalte ich folgende Gleichungen, in denen $F, F', F''\ldots$ die Stromstärke, $a, a', a''\ldots$ die entsprechenden Agometerablesungen, L den Widerstand der Kette, mit alleinigem Ausschluss des Agometers, bedeuten:

$$F = \frac{k}{L+a},\quad F' = \frac{k}{L+a'},\quad F'' = \frac{k}{L+a''}\ldots.$$

oder

$$L+a = \frac{k}{F},\quad L+a' = \frac{k}{F'},\quad L+a'' = \frac{k}{F''}\ldots. \qquad (1)$$

Ich nehme nun an, dass bei der Einstellung des Agrometers auf die Stromstärke $F = 5{,}01$ ein Fehler x begangen sei, so dass ich statt $L+a$ setzen muss: $L+a+x$ und ziehe von der auf diese Weise corrigirten ersten Gleichung nach einander die übrigen Gleichungen ab, so erhalte ich folgende Systeme von Gleichungen:

$$\begin{aligned}(a-a')+x &= k\left(\frac{1}{F}-\frac{1}{F'}\right)\\ (a-a'')+x &= k\left(\frac{1}{F}-\frac{1}{F''}\right)\end{aligned} \qquad (2)$$

etc.

Löse ich diese Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate, so finde ich für unsre Versuche

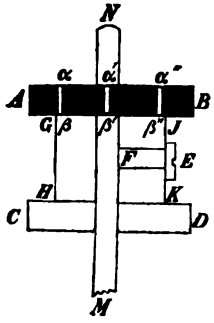
$$x = 1{,}06 \quad \text{und} \quad k = 254{,}16.$$

Setze ich diesen Werth von x in die Gleichungen (2) und bestimme aus jeder k, so erhalte ich die in der nachfolgenden Tafel angegebenen Werthe von k; rechts von ihnen habe ich die Unterschiede von dem gefundenen mittlern Werth $k = 254{,}16$ beigefügt:

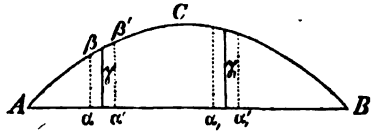
gebraucht. Widerst.	k	Unterschiede.
17,53 . . .	254,90 . . .	+ 0,74
9,14 . . .	253,11 . . .	— 1,05
4,74 . . .	253,43 . . .	— 0,73
2,03 . . .	253,70 . . .	— 0,46
— 0,04 . . .	255,15 . . .	+ 0,95

Die Abweichungen sind überhaupt nicht bedeutend und es ist, wenn die erste Beobachtung beibehalten wird, keine regelmässige Aenderung der Unterschiede zu sehen. Wollte man den ersten Werth der Unterschiede aber, als mit zufälligem Fehler behaftet, verwerfen, so würde allerdings ein schwaches Wachsen der electromotorischen Kraft mit Abnahme des Widerstandes zu bemerken sein, ein Resultat, welches dem von Hrn. Jacobi, ohne Vorstellung des Commutators, erhaltenen aber geradezu entgegengesetzt wäre.

Indem ich mich nun zu der Fortsetzung meiner Versuche über den Einfluss der Drehungsgeschwindigkeit auf die Stärke des Inductionsstroms wende, bemerke ich zuvörderst, dass schon meine erste Abhandlung den Nutzen recht klar vor Augen geführt hatte, welchen man bei Erforschung der Wirkung magneto-electrischer Maschinen dadurch erlangt, dass man das Phänomen in seinen einzelnen Phasen betrachtet, d. h. in den verschiedenen Lagen des Eisenkernes gegen die Magnetpole, zwischen denen er sich bewegt, und dass diese Betrachtung durch Anwendung von graphischer Construction, wie es dort geschah, ungemein verdeutlicht wird. Ich begann daher damit, die Stärke des durch Induction erregten Stroms in sei-



nen verschiedenen Phasen zu studiren. Zu dem Ende liess ich mir einen Commutator von folgender Construction verfertigen: eine hölzerne Rolle *GHIK*, der Axe lang durch bohrt, wurde auf die Drehungsaxe *MN* der magneto-electrischen Maschine geschoben und konnte auf ihr durch die Schraube *EF* in beliebiger Stellung fixirt werden. An beiden Enden der Holzrolle waren 2 cylindrischabgedrehte Eisenscheiben *CD* und *AB* befestigt; *CD* blieb eine volle Scheibe, von *AB* aber wurden 6 Sectoren ausgeschnitten und dann wieder mit isolirten Eisensectoren ausgefüllt, so dass die Oberfläche der Scheiben *AB* zwar genau cylindrisch blieb, dass aber nur 6 leitende Eisenstreifen $\alpha\beta$, $\alpha'\beta'$, $\alpha''\beta''$... mit den Centraltheilen der Scheibe metallischen Zusammenhang hatten. Diese leitenden Streifen waren 3° breit und ihre Mitten standen genau um 60° von einander ab. Mit dem mittlern Theil der Scheibe *AB* wurde das eine Ende der zu einer Kette verbundenen Inductionsspiralen, mit der untern vollen Scheibe *CD* das andre Ende dieser Spiralen verbunden. Lag nun auf jeder der cylindrischen Oberflächen der Scheiben eine, mit ihrer scharfen Kante, fortgleitende Feder und wurden die Enden der Feder mit dem Apparat verbunden, durch welchen der Inductionsstrom hindurch geleitet werden sollte, so ist es klar, dass ein Strom nur wirklich dann statt finden konnte, wenn die obere, auf der Scheibe *AB* gleitende Feder, auf einem der leitenden Streifen $\alpha\beta$, $\alpha'\beta'$, $\alpha''\beta''$... zu liegen kam. Während also jeder der Eisenkerne von einem Magnetpol zum nächsten fortrückt und während bei dieser Bewegung durch 60° hindurch in jedem Augenblick eine andre electromotorische Kraft in den Inductionsspiralen rege wird, wird der Strom nur während $\frac{3}{60} = \frac{1}{20}$ dieser Bewegung zu Stande kommen. Stellen wir, wie in der ersten Abhandlung, durch die gerade Abscissenaxe *AB* in beistehender Figur den Weg eines Eisencylinders von einem Magnetpol zum nächst folgenden vor, so dass die Länge dieser Linie ei-



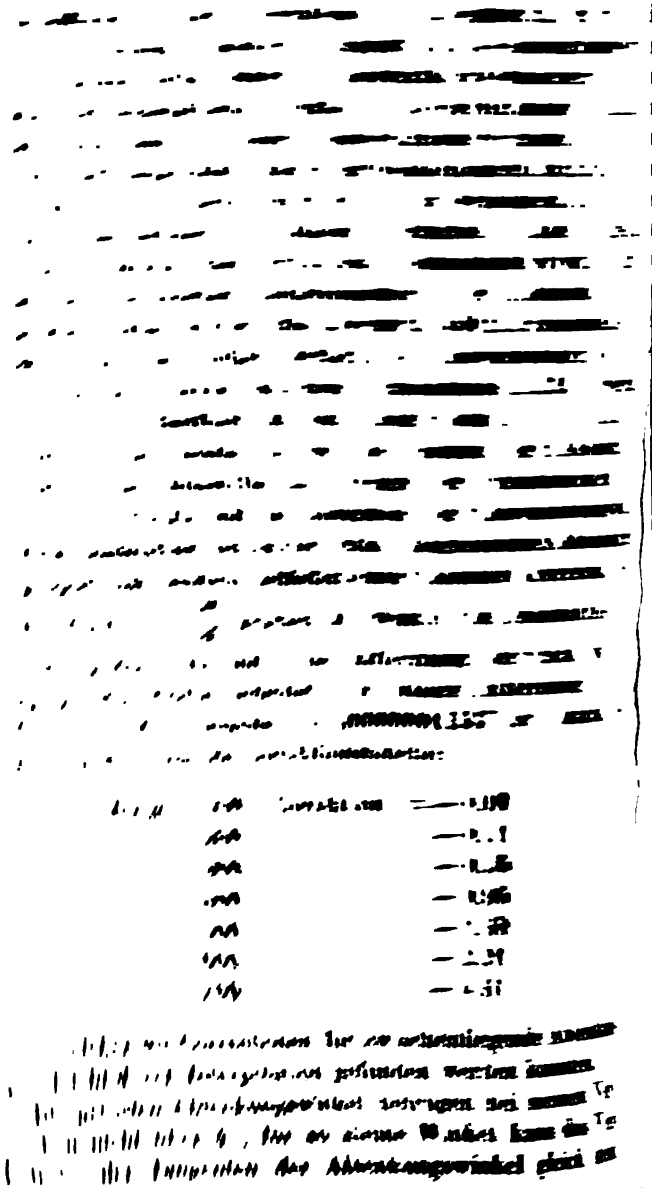
ner Drehung von 60° entspricht, und möge *ACB* diejenige krumme Linie vorstellen, deren Ordinaten der durch Induction erregten electromotorischen Kraft proportional sind, deren eigentliche Krümmung aber uns vorläufig noch unbekannt ist. Ist nun $\alpha\alpha'$ die Stellung eines der 6 leitenden Streifen des Commutators, so wird von dem ganzen Inductionsstrom, welcher der Fläche zwischen *ACB* und *AB* proportional ist, nur das Stück $\alpha\beta\alpha'\beta'$ wirklich zur Ausbildung kommen. Schaltet man also einen Apparat in die Inductionskette, welcher die Stärke des inducirten Stroms zu messen im Stande ist, so wird derselbe uns nur Rechenschaft geben über das Stromstück $\alpha\alpha'\beta\beta'$. Sieht man das kleine Stück $\beta\beta'$ der Curve als geradlinigt an, so ist die gemessene Grösse der Fläche des Trapezes $\alpha\alpha'\beta\beta'$ proportional und kann durch $\alpha.\gamma$ ausgedrückt werden, wenn γ die Ordinate auf dem das Stück $\alpha\alpha'$ halbirenden Punkte ist und α, der Kürze halber, für $\alpha\alpha'$ geschrieben wird. Dreht man nun die Holzrolle des Commutators um seine Axe, so rückt der leitende Streifen auf eine andre Stelle der Abscissenlinie *AB*, z. B. auf $\alpha_1\alpha_1'$ und man misst hier eine trapezische Fläche $\alpha\gamma_1$ u. s. w. Die auf verschiedenen Stellen gemessenen Stromquantitäten sind also proportional $\alpha\gamma : \alpha\gamma_1 : \alpha\gamma_2$ etc. oder $\gamma : \gamma_1 : \gamma_2 \ldots$, da die Breite des Streifens α immer dieselbe bleibt. Die von dem Messapparat gewonnenen Resultate sind also denjenigen Stromstärken oder, da der Widerstand der Kette constant bleibt, denjenigen electromotorischen Kräften des Inductionsstroms proportional, welche der Mitte der leitenden Streifen entsprechen. Kann also diese Mitte beliebig verstellt und die Stellung genau gemessen werden, so ist man im Stande, die electromotorische Kraft des Inductionsstroms für jede Phase desselben zu bestimmen. Um eine solche Vorstellung mit Sicherheit ausführen zu können, war auf der obern Scheibe *AB* des Commutators eine Theilung in Graden angebracht, an der Drehungsaxe aber ein Zeiger befestigt, welcher, nach dem Anziehen der Schraube *EF*, mit Genauigkeit angab, in welcher Lage sich der leitende Streifen befand. Es musste nun noch bestimmt werden, bei welcher Stellung des Zeigers die schleifenden Federn gerade

dann sich auf die Mitte der leitenden Streifen auflegen, wenn die Eisencylinder den Magnetpolen gerade gegenüber standen; diese Stellung nenne ich die Normalstellung des Commutators und die Anzahl Grade, um welche der leitende Streifen aus dieser Normalstellung, nach der Seite der Drehung gerechnet, verschoben wurde, werde ich mit Azimuth des Commutators bezeichnen. Das Azimuth des Commutators, dividirt durch 60, giebt dann die Phase, in welcher sich der Eisencylinder befindet und von dem die Induction abhängt, oder die Phase der Induction. Es versteht sich aus dem Vorigen übrigens von selbst, dass ich nicht die electromotorische Kraft eines inducirten Cylinders beobachtete, sondern immer die Summe von 6 electromotorischen Kräften des Inductionsstroms, die aber sämmtlich in ein und derselben Phase sich befanden.

Es ist zu bemerken, dass beim Eintritt des Stroms sowohl, als bei seinem Aufhören, — d. h. wenn die schleifenden Federn den leitenden Streifen zuerst und zuletzt berührten, — secundäre Ströme hinzutreten, welche auf das Messinstrument einwirken müssen; allein da der erste dieser secundären Ströme die entgegengesetzte Richtung hat, als der letzte, so wird der eine die Stromkraft des primären Stroms um eben so viel schwächen, wie der letzte stärken, und so brauchen wir auf die secundären Ströme nicht Rücksicht zu nehmen.

Zum Messen der bei einem solchen Commutator, wie der unsrige, inducirten Ströme kann ein gewöhnlicher Multiplicator nicht dienen, weil immer je 2 auf einander folgende Inductionsströme desselben Streifens eine entgegengesetzte Richtung haben, so dass bei raschem Drehen die Nadel eines solchen Multiplicators fortwährend gleiche, aber in der Richtung alternirende, Stösse erhalten würde, folglich gar keine Abweichung zeigen kann. Ich bediente mich daher zum Messapparat eines Weberschen Electrodynamometers, bei dem bekanntlich die Ablenkung unabhängig ist von der Richtung des durchgelassenen Stroms.

Dieser Apparat wurde ganz nach den Weberschen Angaben (Electrodynam. Maassbestimm. pag. 16) construirt, sogar mit Beibehaltung der dortigen Maasse, weshalb ich auf die



Verhältniss der Sinus genommen werden und da die Drehungsmomente der Bifilarrolle den Sinus proportional sind, so kann man also annehmen, dass die an der Scala beobachteten Ablenkungen des Electrodynamometers, nachdem die kleinen Correktionen hinzugefügt sind, den Drehungsmomenten proportional sind; den Quadratwurzeln dieser Drehungsmomente sind aber die Stromstärken, also auch die electromotorischen Kräfte proportional, wenn die Leitungswiderstände bei allen Versuchen einer Reihe unverändert bleiben. — Die Bifilarrolle wurde zuvörderst in den Meridian gebracht durch Drehung ihrer Aufhängungsscheibe, was dadurch erkannt werden konnte, dass ein durch sie allein hindurchgehender Strom keine oder nur eine höchst unbedeutende Ablenkung an ihr hervorbrachte.

Als die Störersche Maschine mit dem Electrodynamometer in Verbindung gesetzt wurde, so war der Strom, trotz der geringen Breite des leitenden Streifens am Commutator, so stark, dass die Bifilarrolle weit aus den Gränzen der Scalentheilung fortgeschleudert wurde; ich musste mein ganzes Widerstandssystem in die Kette schalten, um den Strom so sehr zu schwächen, dass ich die starken Ablenkungen an der Scala beobachten konnte. Es befanden sich alsdann in der Kette folgende Widerstände, in der Einheit einer Windung meines Agometers ausgedrückt:

Widerstand des Systems und des Hülfsdraths	= 6746,64
» » Electrodynamometers	= 329,60
» » der Störerschen Maschine .	= 29,11
im Ganzen Agometerwiderstände	= 7105,35

Die hier wirkenden Ströme sind also sehr schwach und mit denjenigen zu vergleichen, welche in meiner ersten Abhandlung mit dem Multiplicator (*S*) gemessen wurden. In der That haben mich Versuche mit hydro-electrischen Elementen davon überzeugt, dass, wenn man von jedem meiner 3 Messapparate, — dem Electrodynamometer, dem Multiplicator (*S*) und dem Nervanderschen Multiplicator (*N*), — die Ablenkung um eine Theilung oder um 1° zur Einheit annimmt, die

Einheit des Electrodynamometers $= \frac{1}{352}$, die des Multiplicators $(S) = \frac{1}{455}$ der Einheit des Multiplicators (N) beträgt. Die letzte aber entspricht einer Electrolyse von 41,16 Cubikcentimeter Knallgas in 1 Minute.

Die Versuche wurden nun in folgender Weise angestellt. Das Electrodynamometer befand sich in einem Zimmer, wo ich selbst die Ablenkungen der Bifilarrolle am Fernrohr beobachtete; die Störersche Maschine stand in einem andern Zimmer, in etwa 60 Fuss Entfernung und wurde durch einen Gehülfen in Drehung versetzt; beide Apparate konnten, mit Einschluss des Widerstandsystems, durch hinlänglich lange Hülfsdräthe von mir beliebig in Verbindung gesetzt oder ausser Verbindung gebracht werden. Ehe die Verbindung bestand, beobachtete ich die Lage der Bifilarrolle ohne Strom, oder vielmehr, da sie selten ganz in Ruhe war, die grössten Abweichungen des Fadenkreuzes an der Scala nach beiden Seiten hin, in der Regel 3 mal nach der einen und 2 mal nach der andern Seite. Als Beispiel diene folgende Beobachtung:

Grösste Abweichung des Fadenkreuzes

links		rechts		mittlere Stellung
(1) 829,7 (3) 829,7 (5) 829,7	Mittel = 829,7	(2) 831,7 (4) 831,7	Mittel = 831,7	830,7

Die eingeklammerten Zahlen geben die Folgenreihe der Beobachtungen an. Dadurch, dass ich wieder mit der Beobachtung links schloss, suchte ich zu bewirken, dass sich die Beobachtungen links und rechts auf möglichst gleiche Momente beziehen.

Hatte ich auf diese Weise die Lage der Bifilarrolle ohne Strom bestimmt, so fing der Gehülfe an die Störersche Maschine zu drehen, wobei er die Schnelligkeit des Drehens nach den Taktschlägen des Metronoms möglichst gleichförmig zu reguliren suchte. War diese Gleichförmigkeit erreicht, so gab er ein Zeichen, ich schloss die Kette und beobachtete, während der Gehülfe die Gleichförmigkeit des Drehens zu be-

haupten sich bestrebte, wiederum die grössten Ausschläge der Bifilarrolle nach links und rechts; der Unterschied der hieraus hergeleiteten mittlern Lage der Bifilarrolle mit ihrer mittleren Lage ohne Strom gab die Abweichung derselben. Dass hier, wo die Abweichung durch eine Reihe sich rasch hinter einander wiederholter Ströme bewirkt wird, nicht die Genauigkeit erreicht werden kann, welche wir bei Bestimmung der mittlern Lage der Bifilarrolle ohne Strom erreichten oder gar an die wir bei magnetometrischen Versuchen gewöhnt sind, liegt auf der Hand. Ich suchte, wenn ich sehr grosse Unregelmässigkeiten in den Schwankungen bemerkte, die Unsicherheit durch Beobachtung einer grössern Zahl Schwingungen zu vermindern; um einen Begriff zu geben von einer solchen Beobachtung, die am wenigsten auf Genauigkeit Anspruch machen kann, setze ich eine wirkliche Beobachtung hieher:

Ausschläge der Bifilarrolle				
links		rechts		mittlerer Ausschlag
(1) 1408,0 (3) 1384,0 (5) 1423,0 (7) 1389,0	Mitt. = 1401,0	(2) 1328 (4) 1313 (6) 1294	Mitt. = 1311,8	1356,4

Hätten wir die Beobachtung (1, 2, 3), dann (3, 4, 5), endlich (5, 6, 7) einzeln mit einander verbunden, so hätten wir erhalten

aus (1, 2, 3)	Abweichung	= 1362,0
» (3, 4, 5)	»	= 1358,5
» (5, 6, 7)	»	= 1350,0
	in Mittel	1356,8

Man sieht also, dass die einzelnen Bestimmungen bis auf 6,4 von dem aus allen gezogenen Mittel abweichen, so dass das zugleich aus allen Beobachtungen hergeleitete Mittel um mehrere ganze Theilungen falsch sein kann. Da die Lage der Bifilarrolle ohne Strom = 830,7 war, so war also die Ablen-

kung 1356,4 — 830,7 = 525,7 und der mögliche Fehler bei Bestimmung dieser Abweichung kann auf $\frac{1}{100}$ angeschlagen werden. Dass eine solche Unsicherheit auf unsere weitere Folgerungen von nicht wesentlichem Einflusse sei, werden wir in der Folge sehen. Ich gehe nun zu den Versuchen über.

Die Dräthe der inducirten Cylinder waren hinter einander verbunden (Verbindung 6); die Geschwindigkeit des Drehens war 562 Umdrehungen in der Minute; 2 Versuchsreihen, an 2 auf einanderfolgenden Tagen angestellt, gaben folgende Ablenkungen der Bifilarrolle, an denen die Correctionen schon angebracht sind:

Azimuth des Commut.	Ablenkung.		Mittlere Ablenkung.	Stromstärke.
	1. Reihe.	2. Reihe.		
0°	69,3	78,3	73,6	8,58
3	20,7	20,3	20,3	4,53
6	1,5	1,7	1,6	1.27
9	11,7	13,3	12,5	3,53
12	58,8	79,1	68,9	9,31
15	226,8	249,3	238,0	15,43
18	525,4	586,3	555,9	23,58
21	619,3	627,2	623,2	24,96
24	360,6	392,3	376,4	19,40
27	. . .	240,0	240,0	15,49
30	160,6	165,7	163,1	12,77
33	. . . .	149,1	149,1	12,21
36	171,7	177,6	174,6	13,21
39	. . .	312,9	312,9	17,69
42	291,7	289,1	290,4	17,04
45	. . .	272,3	272,3	16,50
48	246,0	239,1	232,5	15,25
51	. . .	205,2	205,2	14,33
54	150,0	161,5	155,7	12,48
57	. . .	116,2	116,2	10,78
60	48,3	47,7	48,0	6,93

Bei Vergleichung der entsprechenden Zahlen beider Reihen findet man im Allgemeinen eine ganz genügende Uebereinstimmung, nur sind die Zahlen der 2ten Reihe im Ganzen et-

was grösser als die entsprechenden Zahlen der 1sten Reihe, was vielleicht dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die auf dem Commutator schleifenden scharfen Kanten der Messingfedern sich mehr abgerieben, also eine grössere Breite erreicht hatten, und dadurch eine länger dauernde Schliessung der Kette bewirkten. Da das Gesetz der Aenderung der Stromstärken in beiden Reihen offenbar dasselbe ist, so nahm ich aus den entsprechenden Zahlen beider Reihen das Mittel; die demselben entsprechenden Zahlen sind in der dritten Columne enthalten. Da die Ablenkungen am Electrodynamometer den Quadraten der Stromstärken proportional sind, so giebt die 4te Columne die Quadratwurzel der dritten, d. h. die Stromstärke an. Um nun die Aenderung der electromotorischen Kraft in ihren verschiedenen Phasen recht anschaulich zu machen, habe ich in Fig. 1 die Zahlen der letzten Columne in der ganz ausgezogenen obern Curve graphisch construirt, indem ich die Azimuthe des Commutators als Abscissen und die entsprechenden electrometrischen Kräfte als Ordinaten auftrug; der Abstand zweier Horizontallinien in dem Canevas der graphischen Darstellung beträgt 2 Einheiten der Stromstärke. — Beim Anblick dieser krummen Linie finden wir, dass von der Normalstellung der Eisencylinder an, wo sie den Magnetpolen grade gegenüber stehen, bis zu 6° die electromotorische Kraft abnimmt; ausserdem hat der Strom von 0 bis 6° eine entgegengesetzte Richtung als für die übrigen Azimuthe, was zwar nicht durch den Electrodynamometer angezeigt wird, aber aus der frühern Abhandlung bekannt ist. Fast in dem Abstande von 6°, also dem 10ten Theil der ganzen Bewegung der Cylinder von einem Magnetpol zum andern, ist die electromotorische Kraft = 0, um so viel müsste also ein gewöhnlicher Commutator verschoben werden, wenn man den Strom immer in derselben Richtung erhalten wollte. Von hier wächst die electromotorische Kraft des inducirten Stroms rasch bis 21°, wo ihr absolutes Maximum eintritt, nimmt dann eben so rasch ab, erreicht bei 33° ein Minimum, bei welchem sie nicht die Hälfte jenes Minimum beträgt, wächst wiederum bis zu 42°, wo ein zweites Maximum ein-

tritt, welches aber nur etwa $\frac{2}{3}$ des ersten beträgt; von dort nimmt die electromotorische Kraft ziemlich regelmässig ab und würde offenbar wiederum 0 werden bei 6° jenseits des zweiten Magnetpols.

Eine zweite Beobachtungsreihe wurde angestellt bei einer geringeren Drehungsgeschwindigkeit, nämlich bei 402 Umdrehungen in der Minute. Die Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Azimuth des Commutators.	Ablenkung.	Stromstärke.
0	47,9	6,92
3	9,7	3,11
6	1,7	1,30
9	13,8	3,71
12	70,4	8,39
15	171,8	13,11
18	514,0	22,67
21	545,3	23,35
24	294,5	17,16
27	160,5	12,66
30	111,0	10,53
33	107,8	10,38
36	134,4	11,59
39	205,3	14,33
42	231,6	15,23
45	205,7	14,34
48	157,4	12,40
51	122,4	11,06
54	126,1	11,23
57	82,3	9,07
60	32,4	5,63

Diese Werthe finden sich auf unserer Tafel, Fig. 1, durch die punktirte Linie dargestellt, welche offenbar ganz denselben Charakter hat, wie die voll ausgezogene Linie von 562 Drehungsgeschwindigkeit, nur sind die Ordinaten sämmtlich kürzer; man sieht aber auch hier, dass die Ordinaten der Curve, welche der Geschwindigkeit 402 entspricht, zu der von 562 in geringem Verhältnisse wachsen, als $\frac{562}{402}$, was also

wiederum zeigt, dass die Stromstärke nicht so rasch als die Geschwindigkeit des Drehens zunimmt. Endlich habe ich noch 2 Reihen unter fast denselben Umständen, nur mit einem andern Commutator angestellt, an welchem nur 3, um 120° von einander abstehende, leitende Streifen vorhanden waren, so dass der Strom bei einer Umdrehung nicht 6 mal, sondern nur 3 mal wirkt. Ich werde diesen Commutator in der folgenden Abhandlung genauer beschreiben, für den gegenwärtigen Zweck genügt das Erwähnte. Die Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Azimuth des Commutators.	462 Umdrehungen in der Minute.		348 Umdrehungen in der Minute.	
	Ablenk.	Stromst.	Ablenk.	Stromst.
0	46,2	6,80	28,8	5,37
3	13,9	3,73	7,3	2,70
4,5	.....	.....	2,1	1,44
5,2	.....	.....	1,7	1,30
6	0,9	0,95	1,1	1,04
6,75	.....	.....	2,1	1,44
7,5	1,7	1,30	4,4	2,10
9	5,8	2,41	10,4	3,22
12	43,6	6,60	34,9	5,91
15	114,6	10,70	106,7	10,33
18	286,1	16,91	214,5	14,64
19,5	357,7	18,90	248,1	15,75
20,3	.....	.....	262,5	16,20
21,0	359,7	18,96	254,7	15,96
21,75	271,5	16,51	217,1	14,73
24,0	223,3	14,94	136,4	11,68
27	135,2	11,63	76,6	8,75
30	96,0	9,80	53,5	7,31
33	88,4	9,40	49,4	7,03
36	100,5	10,02	64,2	8,01
39	144,8	12,03	103,6	10,18
42	171,9	13,11	125,8	11,22
45	180,5	13,43	125,4	11,20
48	173,1	13,15	127,4	11,29
51	153,5	12,39	109,8	10,48
54	137,1	11,71	88,9	9,43
57	113,6	10,66	70,9	8,42
60	84,3	9,18	54,5	7,38

Diese beiden Reihen finden sich in Fig. 2 graphisch construirt. Das Gesetz der Strömänderung ist hier ganz dasselbe, wie mit dem früheren Commutator, nur tritt das zweite Maximum hier etwas früher ein, nämlich bei 25°, während wir es dort schon bei 42° sehen; diese Differenz rührt wahrscheinlich daher, dass das Maximum eigentlich zwischen 42° und 45° fällt, was zu entscheiden nicht möglich ist, weil nicht genug Beobachtungen zwischen diesen beiden Azimuthen vorhanden sind.

Um nun aus allen diesen Beobachtungen weitere Schlüsse herzuleiten, glaube ich, bei der grossen Uebereinstimmung der 4 Reihen in Bezug auf die Form der erhaltenen Curve, dass wir berechtigt sind, aus allen 4 eine mittlere Curve zu construiren, d. h. aus den je 4 Ordinaten, welche zu ein und demselben Azimuthe gehören, das Mittel zu nehmen; es müssen dadurch die Unsicherheiten in den Beobachtungen mehr eliminirt werden und das Gesetz der Curve wird daher reiner hervortreten. — Diese mittlere Curve finden wir in Fig. 3 dargestellt.

Aus der Krümmung dieser Inductions-Curve lässt sich nun auf die Veränderungen des Magnetismus zurückschliessen, welche in den Eisencylindern bei Aenderung ihrer Abstände von den Magnetpolen vor sich gehn; man muss sich zu dem Zwecke nur erinnern, dass die Stärke des Inductionsstromes, in jeder seiner Phasen, der entsprechenden Veränderung des Magnetismus proportional ist. Wenn man daher die Veränderungen in der Magnetisirung der Eisencylinder ebenfalls graphisch durch eine krumme Linie darstellen will, die wir Magnetisirungs-Curve nennen wollen (wie solches in meiner ersten Abhandlung geschehen ist), so müssen die Neigungswinkel der Tangenten der Magnetisirungs-Curve den Ordinaten der Inductions-Curve proportional sein. Nimmt man nun, für jede Phase der Inductions-Curve, das Stück von der Mitte des vorhergehenden und nachfolgenden Zwischenraums zwischen 2 Ordinaten als gradlinigt an, so wird die Neigung der Tangente durch den Unterschied der diesen Mitten entsprechenden Ordinaten gemessen werden und wir gelangen auf diese Weise zu folgender Con-

struirung der Magnetisirungs-Curve (Fig. 4) aus der mittlern Inductions-Curve (Fig. 3): Ich beginne die Construction von der Phase 6, da hier die Ordinate der Inductions-Curve $= 0$, also die Richtung der Magnetisirungs-Curve als horizontal angesehen werden kann, wie solches bei A' der Fall ist. Um nun die Ordinate der Magnetisirungs-Curve für die Phase 9° zu erhalten, nehme ich an, dass das Stück der Inductions-Curve von 7,5 bis 10,5 gradlinigt sei, dann muss der Unterschied der entsprechenden Ordinaten $\alpha\alpha'$ und $\beta\beta'$ der Ordinate der Inductions-Curve proportional sein, also durch $n \cdot \alpha\alpha'$ ausgedrückt werden. Die Grösse n kann willkührlich angenommen werden, dies bewirkt nur eine grössere oder geringere Steilheit der Magnetisirungs-Curve. Ich nahm in unsrer $n = \frac{1}{10}$, so dass also $\delta\alpha' = \frac{1}{10} \cdot \alpha\alpha'$ ist. Eben so ist $\beta\beta' - \gamma\gamma'$ oder $\varepsilon\beta' = \frac{1}{10} \cdot bb'$ u. s. w. Indem ich auf solche Weise die Ordinaten der Magnetisirungs-Curve allmälig verringerte, erhielt ich die Magnetisirungs-Curve $A'B'C'D'E'$, welche der Inductions-Curve $ABCD$ entspricht. Man sieht in der That, dass die geringe Neigung der Inductions-Curve von A bis b' ihren Grund hat in der geringen Veränderung des Magnetismus von A bis γ', die starke Neigung von b' bis B dagegen wird durch das immer steiler werdende Abfallen von γ' bis B' bedingt. Bei B' findet sich ein Reversionspunkt der Magnetisirungs-Curve, von dem also die Steilheit der Magnetisirungs-Curve rasch sich vermindert, daher ist der Inductionsstrom bei B am stärksten, nimmt dann rasch ab und wird am geringsten bei C, weil die Magnetisirungs-Curve bei C wiederum einen Reversionspunkt hat, so dass bei C das Abfallen am geringsten wird, von nun an aber wieder zunimmt, was auch sogleich durch das Aufsteigen der Inductions-Curve bestätigt wird. Bei D' findet sich wieder ein Reversionspunkt der Magnetisirungs-Curve; er entspricht dem 2ten geringen Maximum der Inductions-Curve bei D. Von dort endlich nimmt die Steilheit der Magnetisirungs-Curve allmälich ab, die Ordinaten der Inductions-Curve also ebenfalls, bis die Inductions-Curve bei einer Phase 6° der nun folgenden Periode, hinter dem

nächsten Magnetpol, die Axe durchschneidet und der Inductionsstrom = 0 wird. So ist denn durch $A'B'C'D'E'F'$ die Gestalt der Magnetisirungs-Curve gegeben und es bleibt nur übrig zu bestimmen, wo für sie die Abscissenaxe anzunehmen sei und welcher Punkt in ihr dem Magnetismus 0 entspricht. Dieses mit Sicherheit zu entscheiden ist aus den bisherigen Daten nicht möglich; ich habe angenommen, dass der 0-Punkt um eben so viel von der Mitte nach rechts verschoben ist, als das Maximum des Magnetismus von der Phase 0, d. h. um etwa 6°, und habe daher die Abscissenlinie durch die Phase 36 gezogen.

Vergleicht man unsre mittlere Inductions-Curve *ABCDEF* mit der in meiner ersten Abhandlung theoretisch abgeleiteten secundären Inductions-Curve ($A\alpha\beta\gamma\delta C$) der dortigen Figur, so stellt sich sogleich eine grosse Abweichung dadurch heraus, dass unsre jetzige Curve 2 Maxima und ein zwischen ihnen liegendes Minimum hat, dagegen die theoretisch hergeleitete nur 1 Maximum. Es ist leicht zu begreifen, dass dieser Unterschied daher rührt, dass die ursprüngliche Magnetisirungs-Curve der Eisencylinder, wie sie in meiner ersten Abhandlung durch die punktirte Linie *ADBEB* völlig willkührlich angenommen wurde, in der That nicht richtig ist. Es war mir bisher nicht möglich, die ursprüngliche Magnetisirungs-Curve an der Störerschen Maschine zu ermitteln; allein eine Untersuchung der Veränderungen des Magnetismus bei Verstellung der inducirten Eisencylinder an einer andern Maschine der Art, wo aber, statt der hufeisenförmigen Stahlmagnete, Electromagnete angewendet wurden, erlaubt es mir, auf den Charakter der ursprünglichen Magnetisirungs-Curve für die Störersche Maschine zu schliessen. Ich werde in einer nächsten Abhandlung auf diese Versuche mit jener Maschine zurückkommen; hier begnüge ich mich, die Krümmung für die ursprüngliche Magnetisirungs-Curve anzugeben, wie sie nahezu für die Störersche Maschine angenommen werden muss. — Fig. 5 zeigt diese ursprüngliche Magnetisirungs-Curve bei *ABCDE*. Das Charakteristische an ihr ist, dass sie bei *B* und *D* Reversionspunkte zeigt, an welchen die Concavität (in beiden Fällen von der Abscissenaxe

gerechnet) in Convexität übergeht; in diesen Punkten ist die Neigung der Berührungslinie am grössten, jedem dieser Punkte entspricht also ein Maximum des inducirten Stroms. Ein dritter Reversionspunkt findet sich in der Mitte zwischen ihnen in C, wo der eine Magnetismus in den entgegengesetzten übergeht; er entspricht einer geringsten Neigung der Berührungslinie, also einem Minimum der Induction.

Construirt man nun diese Linie der Inductions-Curve, indem man den umgekehrten Weg von dem oben angegebenen befolgt, — d. h. indem man die Ordinaten der Inductions-Curve dem Unterschiede der nächsten Ordinaten der Magnesirungs-Curve proportional setzt, — so erhalten wir die punktirte Curve $A'B'C'D'E'$. Dieser Inductionsstrom erzeugt aber einen secundären Magnetismus, welcher durch eine Curve von ganz demselben Charakter, wie die Inductions-Curve dargestellt wird; nehmen wir also, um die Figur nicht zu sehr zu compliciren, dieselbe punktirte Linie $A'B'C'D'E'$ auch für die Curve an, die den durch den Inductionsstrom erzeugten secundären Magnetismus ausdrückt, so erhalten wir durch Summation der Ordinaten beider Magnetisirungs-Curven die resultirende $A\beta\gamma\delta E$, welche der aus der Erfahrung in Fig. 4 hergeleiteten entspricht und also mit ihr verglichen werden kann.

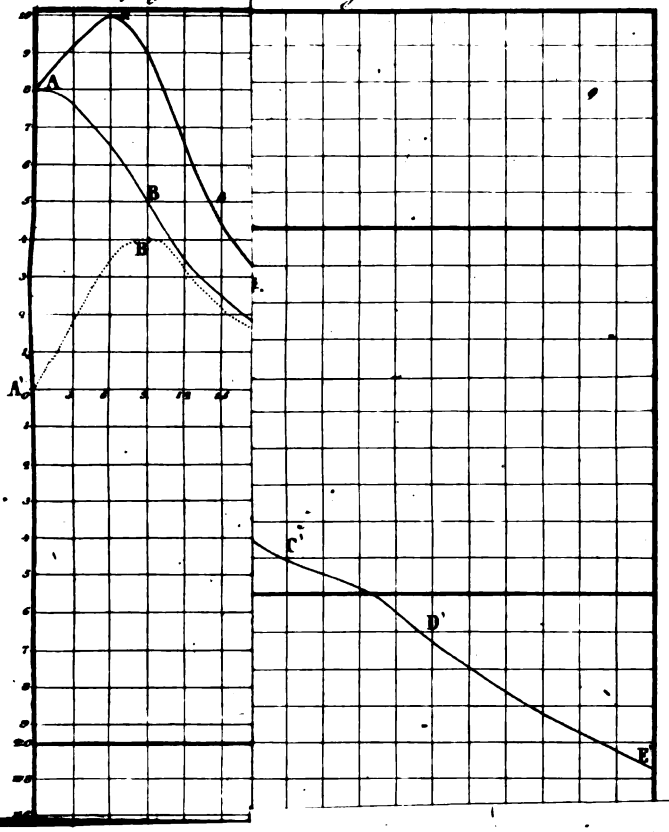
Man sieht aus einer solchen Vergleichung, dass der allgemeine Charakter beider Magnetisirungs-Curven in der That derselbe ist; beide haben ihr Maximum nicht dort, wo die Eisencylinder den Magnetpolen gegenüberstehen, sondern in einiger Entfernung von dort nach der Seite der Bewegung hin; beide haben Reversionspunkte bei β (Fig. 5) und B' (Fig. 4) und bei δ (Fig. 5) und D' (Fig. 4) und endlich nahe vor ihrem Durchschnitte mit der Axe der Abscissen; bei beiden ist der erste abfallende Zweig nach rechts gerückt; allein der 2te aufsteigende Zweig ist an der aus der Erfahrung hergeleiteten Curve weniger nach rechts gerückt, als der theoretisch bestimmte. Ueberhaupt zeigt die theoretische Curve 2 vollkommen symmetrische Hälften, welches bei der aus Beobachtungen hergeleiteten nicht mehr der Fall ist. Ueber die

Ursache dieser Abweichung kann ich bis jetzt noch nichts sagen.

Dieses sind die Ergebnisse aus meinen Versuchen mit dem Electrodynamometer; sie gelten für sehr schwache Ströme. Ich glaubte daher zuvörderst dieselbe Erscheinung für stärkere Ströme erforschen zu müssen, die ich an meinem Nervanderschen Multiplicator beobachten kann. Dazu bedurfte es vor Allem eines andern Commutators, der auch schon angefertigt worden ist; die Beschreibung desselben, so wie die mit demselben gewonnenen Resultate behalte ich mir aber für eine nächste Abhandlung vor.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XII. No.* 3. 4.)

Bull. phys. ma *hwindigkeit des Drehens auf den durch*
ren erzeugten Inductionsstrom.



$\frac{7}{19}$ October 1853.

Experimentelle Untersuchungen über die Transversal-Schwingungen elastischer Metallstäbe; von A. T. KUPFFER.

(Auszug aus einer grösseren Abhandlung, die in den *Annales de l'Observatoire physique céntral* erscheinen wird.)

(Mit einer Kupfer-Tafel.)

Es haben sich schon mehrere Physiker damit beschäftigt, den Elasticitäts-Coefficienten der Metalle aus der Dauer der Schwingungen zu bestimmen, die ein aus dem Metall verfertigter prismatischer oder cylindrischer Stab macht, wenn er an einem Ende eingeklemmt ist, das andere aber in eine schwingende Bewegung gesetzt wird. Solche Schwingungen nennt man Transversalschwingungen, um sie von den Longitudinalschwingungen, die der Länge des Stabes nach geschehen, zu unterscheiden; wenn sie sehr rasch geschehen, so bringen sie einen Ton hervor, dessen Stelle in der musikalischen Tonleiter mit einem geübten Ohr und durch Vergleichung mit den Tönen eines musikalischen Instrumentes leicht bestimmt werden kann; da nun die Schwingungsdauer für alle musikalischen Töne bekannt ist, so hat man unmittelbar die Dauer der Schwingungen des angewandten Stabes.

Diese Methode ist nur bei sehr raschen Schwingungen anwendbar, weil nur diese einen hörbaren Ton hervorbringen; dabei ist sie indirekt. Ich habe also geglaubt, besser zu thun,

wenn ich die Schwingungen so langsam machte, dass sie unmittelbar gezählt werden konnten. Diess geschieht leicht, wenn man am freien Ende des Stabes ein Gewicht befestigt. Die beiden Kräfte, deren Wirkung die Dauer der Schwingungen bestimmt, nämlich die Kraft der Elasticität, und die Schwerkraft, lassen sich, wie man sehen wird, leicht trennen, und wir gelangen unmittelbar zu den Werthen der beiden Kräfte, ohne zu irgend einer Hypothese unsere Zuflucht nehmen zu müssen. Um die beiden Kräfte von einander zu trennen, braucht man den Stab nur vertical schwingen zu lassen, erst mit dem freien Ende nach unten, und dann mit dem freien Ende nach oben; man sieht leicht ein, dass die Wirkung der Schwerkraft in der zweiten Lage des Stabes negativ wird, während die der Elasticität dasselbe Zeichen behält *).

Es seien t und t_1 die Schwingungszeiten des Stabes in den beiden entgegengesetzten Stellungen (t wenn das freie Ende nach unten, t_1 wenn es nach oben gerichtet ist), T die Schwingungsdauer, welche statthaben würde, wenn der Stab bloss seiner elastischen Kraft, und θ, wenn er bloss der Schwerkraft gehorchte; wir haben alsdann offenbar

$$\frac{2}{T^2} = \frac{1}{t^2} + \frac{1}{t_1^2}$$

$$\frac{2}{\theta^2} = \frac{1}{t^2} - \frac{1}{t_1^2},$$

oder

$$\frac{\theta^2}{T^2} = \frac{(t_1^2 + t^2)}{(t_1^2 - t^2)}.$$

Die letzte Formel drückt das Verhältniss der elastischen Kraft zur Schwerkraft aus.

Der Apparat, den ich zu meinen Versuchen gebraucht habe, ist fig. 1 abgebildet. B ist eine starke Säule von Gusseisen, die auf drei Fussschrauben F, F, F (die dritte sieht man nicht in der Zeichnung) ruht. Auf der obern Basis der

*) Die Grundidee zu dieser Methode ist mir von Gauss mitgetheilt worden, die Entwickelung derselben gehört aber ganz mir.

Säule ist das Stück C befestigt, welches durchbohrt ist, nud die horizontale Axe A, A' trägt, das dickere Ende A dieser Axe läuft in den Klemmapparat G aus, der aus 2 genau auf einander passenden 4kantigen Platten b, c besteht, von denen die eine c mit der Axe selbst ein Stück bildet, die andere b aber abzunehmen und auf die erstere mittelst der Schrauben d, e, f, g aufzuschrauben ist. Zwischen diese beiden Platten wird nun das eine Ende des Stabes geklemmt. Damit derselbe überall genau anliegt, ist die Platte b in l so ausgenommen, dass man das Ende des Stabes hineinstecken kann: zwischen dem Stab und der Platte b ist eine sehr eben bearbeitete Stahlplatte h eingeschaltet, welche vermittelst der Schrauben m, n, k an den Stab stark angedrückt werden kann. Damit das Ende des Stabes wirklich genau an der Stelle geklemmt werde, wo es aus dem Klemmapparat heraustritt (denn von diesem Punkte an wird die Länge des Stabes gemessen), habe ich später die Schraube k durch 3 kleinere Schrauben k', k', k' ersetzt, die sich dem Rande der Platte ganz nahe befinden. Um nun das Ende des Stabes zwischen die beiden Platten h und c zu klemmen, werden erst die Schrauben d, e, f, g nur schwach angezogen; dann werden die Schrauben n, m sehr stark angezogen, und hierauf auch die Schrauben d, e, f, g; endlich werden noch die Schrauben k', k', k' sehr stark angezogen. Da der Stab mit dem an seinem freien Ende befestigten Gewicht ziemlich schwer ist, so trägt das dünne Ende A' der horizontalen Axe ein Gegengewicht D. Der Stab kann mit Leichtigkeit, durch Umdrehen der Horizontalaxe um sich selbst, in die 2 verticalen Stellungen gebracht werden, die er annehmen kann, d. h. das freie Ende nach oben oder nach unten. Um dem Stabe eine genau verticale Lage zu geben, stellt man in einiger Entfernung von demselben 2 Passageinstrumente auf, beide ungefähr in der Höhe des Klemmapparats, das eine in der Verlängerung der Horizontalaxe desselben, das andere in der Verlängerung einer horizontalen, auf die Horizontalaxe senkrechten Linie, welche zugleich durch das geklemmte Ende des Stabes geht. (s. fig. 4.) Die Fernrohre beider Passageinstrumente werden auf dieselbe Längenkante des Stabes gerichtet, dem man vorläufig eine ungefähr verticale

Stellung gegeben hat. Bleiben die verticalen Fäden beider Fernröhre auf der Kante, während man dieselben vom geklemmten bis zum freien Ende fortbewegt, und geschieht diess in beiden verticalen Stellungen des Stabes, d. h. sowohl wenn das freie Ende sich unten, als auch wenn es sich oben befindet, so ist nicht nur der Stab vertical, sondern die Horizontalaxe des Klemmapparats ist auch wirklich horizontal. Diese Lage wird nach und nach halb durch Hin- und Herrücken des eingeklemmten Endes des Stabes (das man erst nach Beendigung aller dieser Operationen definitiv fest einklemmen darf), halb durch die vordere Fussschraube *F* hervorgebracht.

Um den Stab genau vertical einstellen zu können, bedient man sich der Micrometerschraube *I*, deren Einrichtung ohne weitere Erklärung durch die Fig. 1bis klar wird.

Um die Länge des vibrirenden Theiles des Stabes zu erhalten, macht man mit einer Stahlspitze einen feinen Strich auf das geklemmte Ende des Stabes, gerade da, wo er aus der Klemmung heraustritt; man misst die Entfernung dieses Striches vom freien Ende nachher, nachdem man den Stab aus seiner Klemmung genommen hat.

Die prismatischen Stäbe haben auf ihren schmalen Seiten, in einer Entfernung von $2^1/_2$ Linien (ungefähr) von ihrem freien Ende, in der Mitte, kleine Vertiefungen, welche dazu dienen, die Gewichte anzuklemmen, welche die Dauer der Schwingungen zu vergrössern bestimmt sind. Ein solches Gewicht ist fig. 3 abgebildet; es besteht aus 2 parallelen Cylindern *c*, *c*, die auf 2 Zapfen aufzuschieben sind. Die beiden Zapfen sind in ihrer Axe von den Stahlschrauben *ab*, *ab* durchbohrt, deren Spitzen *a*, *a* einander gegenüberstehen; die Schraubenringe *e*, *e* dienen dazu, die Cylinder fest an die Zapfen anzudrücken. Das freie Ende des Stabes wird zwischen die Spitzen *a*, *a* gesteckt, so dass diese in die oben beschriebenen Vertiefungen auf der schmalen Seite der Stäbe passen; indem man die Schrauben *b*, *b* anzieht, wird der Stab fest zwischen den beiden Spitzen *a*, *a* geklemmt. Damit sich das Gewicht nicht um diese Spitzen drehen könne, werden noch die Schräubchen *i*, *i* angezogen. Von den Cylindern *c*, *c* hat

man mehrere Paare bereit, von sehr verschiedenen Gewichten, die man nacheinander auf die Zapfen aufstecken kann. Die fig. 2 macht die Stellung des Stabes gegen das Gewicht deutlich. Die Vertiefungen, in welche die Spitzen *a*, *a* hineingehen, bezeichnen die Punkte, wo die Drehungsaxe des Gewichts, welche dessen Schwerpunkt schneidet, durch den Stab geht; denn alle Stücke, die das Gewicht zusammensetzen, sind symmetrisch um die Axe *a*, *a* vertheilt. Die Entfernung einer Linie, die durch die beiden Vertiefungen geht, vom eingeklemmten Ende des Stabes, ist also der Entfernung des Schwerpunkts des Gewichts von demselben eingeklemmten Ende gleich, und kann leicht gemessen werden, nachdem man den Stab aus dem Klemmapparate herausgenommen, und das Gewicht abgenommen hat. Die Schwere der Gewichte, die ich in meinen Versuchen gebraucht habe, wuchs von einem halben Pfunde bis zu 15 Pfund.

Die Schwingungszeiten der Stäbe werden mit demselben Passageinstrument beobachtet, welches dazu gedient hatte, den Stab vertical zu stellen, nämlich mit demjenigen von ihnen, welches in der Verlängerung der Horizontalaxe des Klemmapparats aufgestellt war (*p* fig. 4). Das Fernrohr des Passageinstruments wurde auf das freie Ende des Stabes gerichtet, nachdem man auf die Schraube *b*, welche dem Beobachter zugekehrt war, eine kleine horizontale Theilung von Papier aufgeklebt hatte, wie es in fig. 3 abgebildet ist. Man liess den verticalen Faden im Brennpunkt des Fernrohrs mit dem mit *o* bezeichneten Mittelstrich der Theilung zusammen fallen, und setzte nun den Stab in Bewegung; die Theilung bewegte sich nun rechts und links durch das Feld des Fernrohrs, und der Durchgang des Mittelstriches der Theilung durch den Verticalfaden des Fernrohrs konnte mit grosser Genauigkeit beobachtet werden; auch konnte man die Schwingungsweiten des Stabes bestimmen, indem man beobachtete, bis zu welchem Theilstrich der Faden des Fernrohrs auf jeder Seite der Theilung ging. Gewöhnlich waren die Schwingungen doch zu rasch, um jeden Durchgang beobachten zu können; man beobachtete nach den Umständen bloss die Zeit des 50sten oder

100sten, ja auch des 1000sten Durchgangs, und zählte die zwischenliegenden.

Die metallischen Stäbe, die in den folgenden Versuchen gebraucht worden sind, waren alle von Herrn Repsold in Hamburg verfertigt worden, und mit einer so grossen Genauigkeit gearbeitet, dass sie, ich möchte sagen, mathematisch genaue Parallelepipede waren; ihre Dicke und Breite war bei jedem Stabe in der ganzen Länge desselben so vollkommen gleich, dass der grösste Unterschied kaum $\frac{1}{1000}$ Linie betrug. Ihre Breite und Dicke wurde mit grosser Genauigkeit vermittelst eines micrometrischen Apparats gemessen, den ich in dem Werk: „*Travaux de la commission pour établir les unités de poids et de mesures de Russie*" beschrieben und abgebildet habe. Dieser Apparat besteht aus 2 Stahlcylindern von gleicher halbzölliger Dicke, der eine 3, der andere 6 Zoll lang, die in Lagern so neben einander aufgestellt sind, dass ihre Axen in derselben Linie liegen, und dass sie sich einander bis zur Berührung nähern können; die Enden, die sich berühren, haben eine sphärische Form, so dass sie sich in einem Punkte berühren. Auf beiden Cylindern sind feine Theilungen befestigt, die ihren Axen parallel sind; über diesen Theilungen sind verticale Micrometer-Microscope befestigt, durch die man die Theilungen sehen kann. Der kürzere Cylinder wird fixirt; der Stab, dessen Dicke oder Breite man messen will, wird zwischen die beiden Cylinder gelegt, so dass er beiderseits von den sphärischen Enden der beiden Cylinder berührt wird. Die Fäden der Microscope werden auf irgend welche Theilstriche der beiden Cylinder gestellt, der Stab herausgenommen und die Cylinder zur Berührung gebracht. Ist nun der kürzere Cylinder stehen geblieben, wovon man sich leicht durch das über ihm befindliche Microscop überzeugen kann, so hat sich der andere Cylinder gerade an die Dicke oder Breite des Stabes gegen den ersten bewegt, und man braucht nur auf der Theilung des zweiten Cylinders, die man durch das andere Microscop sieht, abzulesen, um wieviel Theilstriche sich dieser Cylinder fortbewegt hat: die Bruchtheile misst man vermittelst des Micrometers. Es versteht sich von selbst, dass die berührten Flächen des Stabes

genau einen rechten Winkel mit der gemeinschaftlichen Axe der beiden Cylinder machen müssen.

Es sei nun

L die ganze Länge des Stabes;

P das Gewicht des ganzen Stabes;

a die Breite des Stabes;

b die Dicke des Stabes;

l die Länge des vibrirenden Theiles des Stabes, wenn das eine Ende desselben eingeklemmt worden ist, oder die Entfernung des freien Endes von der Klemmungslinie;

p das Gewicht dieses vibrirenden Theiles;

l' die Entfernung der Klemmungslinie von dem Schwerpunkt des Gewichtes, welches man an das freie Ende des Stabes befestigt hat;

p' das am freien Ende befestigte Gewicht;

i das Trägheitsmoment des vibrirenden Theiles des Stabes in Bezug auf die Klemmungslinie;

q das eigne Trägheitsmoment des am freien Ende befestigten Gewichts in Bezug auf eine durch dessen Schwerpunkt gehende Axe;

I das ganze Trägheitsmoment des vibrirenden Theiles des Stabes nebst dem Gewicht, auf die Klemmungslinie als Drehungsaxe bezogen;

m das Gewichtsmoment des vibrirenden Theiles des Stabes in Bezug auf die Klemmungslinie;

m' das Gewichtsmoment des am freien Ende befestigten Gewichts, ebenfalls auf die Klemmungslinie bezogen;

M das Gewichtsmoment des vibrirenden Theiles des Stabes und des am freien Ende befestigten Gewichts;

λ die Länge des einfachen Pendels, welcher dieselbe Schwingungsdauer hat, als der vom vibrirenden Theil des Stabes und den an dessen freiem Ende befestigten Gewichten zusammengesetzte unbiegsame Pendel, in der Voraussetzung, dass er sich frei um die Klemmungslinie drehen kann;

τ die Schwingungsdauer des Pendels λ;

t die beobachtete Schwingungsdauer des Stabes in der verticalen Lage, wenn das freie Ende nach unten gerichtet ist;

t_1 die beobachtete Schwingungsdauer desselben Stabes, wenn das freie Ende nach oben gerichtet ist;

T die Schwingungsdauer, welche statthaben würde, wenn der Stab keine Schwere hätte, sondern bloss Elasticität;

θ die Schwingungsdauer, die statthaben würde, wenn der Stab keine Elasticität hätte, sondern bloss Schwere;

σ die Länge des einfachen Secundenpendels, dessen Schwingungsdauer der Schwingungsdauer θ gleich wäre;

g die Schwerkraft;

π das Verhältniss des Umfanges eines Kreises zu seinem Duchmesser;

$\frac{1}{\delta'}$ der Elasticitätscoefficient der Metalle, aus denen der Stab besteht, wo δ' die Ausdehnuug der verticalen Seite eines Würfels bedeutet, der aus demselben Metall besteht, dessen Seiten der Einheit gleich sind, und welcher an der obern Basis befestigt, an der untern aber durch die Gewichtseinheit ausgedehnt wird;

$\frac{1}{\delta}$ derselbe Elasticitätscoefficient in Bezug auf einen Cylinder, dessen Axe und Radius der Einheit gleich sind.

Wir haben erst:

$$p = \frac{Pl}{L},$$

$$i = \frac{1}{3} l^2 p,$$

$$i' = l'^2 p',$$

$$I = i + i' + q,$$

$$M = m + m',$$

$$\lambda = \frac{I}{M},$$

$$\sigma = \frac{g\theta^2}{\pi^2},$$

$$\frac{1}{\delta} = \frac{\pi}{\delta'},$$

$$T^2 = \frac{2t_1^2 \cdot t^2}{t_1^2 + t^2},$$

$$\theta^2 = \frac{2t_1^2 \cdot t^2}{t_1^2 - t^2}.$$

Bisher hat man angenommen, dass

$$\frac{1}{\delta'} = \frac{\pi^2 l^3 p}{ab^3 g \cdot T^2},$$

wo T die Schwingungsdauer des Stabes bedeutet, ohne auf den Unterschied Rücksicht zu nehmen, den diese Dauer zeigen kann, nach der verschiedenen Lage, die der Stab in Bezug auf die Richtung der Schwere haben kann; dieser Umstand kann bei sehr raschen Schwingungen vernachlässigt werden und bis jetzt hat man sich nur mit solchen beschäftigt. Diese Formel passt übrigens auch bloss auf Stäbe, die an ihrem freien Ende kein Gewicht tragen. Aber diese Formel stimmt keineswegs mit der Erfahrung überein. Um Werthe von δ' zu erhalten, die nicht nur unter sich, sondern auch mit den durch Flexion gefundenen Werthen (von denen später die Rede sein wird) übereinstimmen, muss man den Werth von $\frac{1}{\delta'}$ mit $\sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}$ multipliciren; man erhält so, für einen prismatischen Stab, der ohne Gewicht oscillirt:

$$\frac{1}{\delta'} = \frac{\pi^2 l^3 p}{ab^3 g \cdot T^2} \cdot \sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}.$$

Man kann diese Formel generalisiren, indem man $\frac{9l}{2p} \cdot \lambda$ statt l^3, $\frac{2t_1^2 t^2}{t_1^2 + t^2}$ statt T^2 und $\frac{2t_1^2 t^2}{t_1^2 + t^2}$ statt $\frac{\pi^2}{g}$, und endlich I statt i setzt; man erhält so:

$$\frac{1}{\delta'} = \frac{9}{2} \cdot \frac{I}{ab^3} \frac{(t_1^2 + t^2)}{(t_1^2 - t^2)} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{\sigma}}.$$

Nach dieser Formel sind alle folgenden Beobachtungen berechnet worden, und man wird aus der vollkommenen Ueber-

einstimmung derselben mit der Erfahrung sehen, dass es die einzig richtige ist.

Der Werth von q, oder das Trägheitsmoment des am freien Ende befestigten Gewichts in Bezug auf seinen eignen Schwerpunkt, wurde nach der Formel

$$q = \frac{1}{2} p' \varrho^2$$

berechnet, wo ϱ den Radius der Cylinder c, c fig. 3 bedeutet, ohne weiter auf die unregelmässige Gesalt der übrigen Theile dieses Gewichts Rücksicht zu nehmen; der Werth von q fällt immer sehr gering aus, im Vergleich der übrigen Glieder, aus dem der Werth von I zusammengesetzt ist, so dass der aus dieser Voraussetzung entstehende Fehler nur einen sehr klein zu veranschlagenden Fehler im Endresultat hervorbringen kann.

Messing.

Das Messing bietet die meisten Verschiedenheiten in seiner Textur und seinen übrigen physikalischen Eigenschaften dar, und verdient deshalb besonders in seinen verschiedenen Umständen untersucht zu werden.

9 Messingstäbe wurden der Untersuchung unterworfen:

No. 1 und 3 gehämmertes Messing;
2 und 4 gegossenes Messing;
5 und 6 englisches hart gewalztes Messing;

diese Stäbe kamen aus verschiedenen Fabriken und hatten deshalb vielleicht nicht vollkommen dieselbe Zusammensetzung.

No. 7 weiches gegossenes Messing:
8 dasselbe Metall, stark gehämmert;
9 dasselbe Metall, stark gewalzt.

Die drei letzten Stäbe waren aus demselben Guss verfertigt, und stammen aus der Fabrik der Gebrüder F. Hasse in Lübek (2 Theile Kupfer auf 1 Theil Zink).

Die Länge der Stäbe variirte zwischen $51\frac{3}{4}$ und $52\frac{1}{3}$ Zoll, ihre Breite war nur sehr wenig von einem Zoll verschieden; die Dicke von 1, 2, 6 betrug nahe 1 Linie, die von 3, 4, 5, 7, 8 und 9 war nahe 2 Linien. Diese Dimensionen wurden sehr

genau mit dem oben angegebenen Instrument bestimmt; die Stäbe wurden an verschiedenen Stellen eingeklemmt, und es wurden verschiedene Gewichte an die freien Enden befestigt; in diesem Auszuge begnüge ich mich damit, nur eine Bestimmung vollständig mitzutheilen, von den übrigen aber nur das Endresultat.

Stab No 3.

Ganze Länge des Stabes (L)	51,4370
Breite (a)	0,99946
Dicke (b)	0,18648
Gewicht (P)	3,25684
Specifisches Gewicht auf Wasser von $13\frac{1}{3}^0$ bezogen	8,4978
1. Länge (l) des schwingenden Theils des Stabes	47,3785
Gewicht (p)	2,99986
Trägheitsmoment (i)	2244,620
Gewichtsmoment (m)	71,0645

Der Stab schwingt mit Gewichten, die am freien Ende befestigt sind

$$l' = 47,1316$$
$$p' = 9,29767;$$

$$t_1 = 8'',3898 \qquad i' = 20653,600$$
$$t = 0'',70197 \qquad q = 41,840$$
$$i = 2244,620$$
$$I = 22940,060$$

$$m = 71,061$$
$$m' = 438,211$$
$$M = 509,276$$

Hieraus findet man:

$$\lambda = 45,0445,$$
$$\sigma = 38,8749,$$
$$\sqrt{\frac{\lambda}{\sigma}} = 1,07643,$$
$$\delta' = 0,0000000575450.$$

II. Länge des schwingenden Theils 40,578
Gewicht 2,56928
Trägheitsmoment 1410,170
Gewichtsmoment 52,1281

Der Stab oscillirt mit einem Gewichte

$l' = 40{,}338$
$p' = 12{,}08711$

$t_1 = 2{,}9370$
$t = 0{,}6370$

$i' = 19667{,}600$
$q = 54{,}292$
$i = 1410{,}170$
$I = 21132{,}162$

$m = 52{,}1281$
$m' = 487{,}5700$
$M = 539{,}6981$

Hieraus:

$\lambda = 39{,}1155,$
$\sigma = 33{,}5661,$
$\sqrt{\frac{\lambda}{\sigma}} = 1{,}08006,$
$\delta' = 0{,}0000000574574.$

III. Länge des vibrirenden Theils 25,880
Gewicht 1,6386
Trägheitsmoment 365,841
Gewichtsmoment 21,204

Der Stab oscillirt mit einem Gewicht

(a) $l' = 25{,}640$
$p' = 15{,}81611$

$i' = 10397{,}662$
$q = 95{,}494$
$i = 365{,}841$
$I = 10858{,}997$

$t_1 = 0{,}6925$
$t = 0{,}4159$

$m = 21{,}204$
$m' = 405{,}526$
$M = 426{,}729.$

Hieraus:

$$\lambda = 25{,}4471,$$
$$\sigma = 21{,}7780,$$
$$\sqrt{\frac{\lambda}{\sigma}} = 1{,}08096,$$
$$\delta' = 0{,}0000000568511.$$

(b) $t = 25{,}640$
$p = 25{,}10903$

$$i' = 16506{,}920$$
$$q = 254{,}230$$
$$i = 365{,}841$$
$$I = 17126{,}991$$
$$m = 21{,}204$$
$$m' = 643{,}796$$
$$M = 664{,}999$$

$t_1 = 1''{,}2396$
$t = 0{,}4885.$

Hieraus:

$$\lambda = 25{,}7543,$$
$$\sigma = 22{,}1313,$$
$$\sqrt{\frac{\lambda}{\sigma}} = 1{,}07873,$$
$$\delta' = 0{,}0000000570257.$$

Uebersicht der gefundenen Werthe von δ' für den Stab No. 3.

Gewicht	$l = 47{,}3786$	$l = 40{,}578$	$l = 25{,}880$
$p' = 9{,}29767$	$\delta' = 0{,}000000057450$		
12,087		57457	
15,48409			568511
25,10903			570257
Moyenne	57450	57457	569344

Mittlerer Werth von $\delta' = 0{,}000000573127.$

Die nachstehende Tabelle enthält die mittleren Werthe von δ', so wie sie für die genannten messingenen Stäbe durch eine grosse Anzahl von Beobachtungen gefunden wurden.

		$\delta' = 0{,}0000000$	Spec. Gewicht
Messing, gegossen	No. 2	736286	8,2169
	No. 4	782550	8,2676
	No. 7	620950	8,3089
hart gewalzt	No. 5	588655	8,4465
	No. 6	555808	8,4930
	No. 9	569716	8,5746
gehämmert	No. 1	563857	8,5600
	No. 3	573127	8,4970
	No. 8	546431	8,6045

Um Folgerungen aus diesen Beobachtungen zu ziehen, erinnere man sich, dass das, was man gewöhnlich Elasticität nennt, den Werthen von δ' umgekehrt proportional ist. Die Elasticität des Messings ist also sehr verschieden; sie ist desto grösser, je mehr das Metall durch Hämmern oder Walzen verdichtet worden ist. Die Vermuthung Lagerhjelm's, dass der Elasticitätscoefficient von der Bearbeitung des Metalls unabhängig sei, ist also nicht gegründet.

Die Versuche mit den Stäben 7, 8, 9 beweisen dieses Gesetz auf eine unumstössliche Weise, da sie aus demselben Metall gegossen wurden, und deshalb kein bedeutender Unterschied in ihrer Mischung stattfinden konnte. Für diese Stäbe ist das Hämmern von grösserer Wirkung gewesen, als das Walzen.

Die Elasticität nimmt mit dem spec. Gewichte zu; die Aenderungen in der Dichtigkeit, die die Bearbeitung bei den Stäben 7, 8 und 9 hervorgebracht hat, sind sehr bedeutend; das gegossene Messing hat ein spec. Gew. von 8.3089; dasselbe gewalzt, eines von 8,5746; das gehämmerte gar eines von 8,6045. Das gegossene Messing ist immer ein wenig porös, und die Oberfläche des Stabes No. 7 ist mit einer Menge kleiner, mit dem blossen Auge sichtbarer Höhlungen besät; dieser Umstand hat gewiss einigen Einfluss auf das spec. Gewicht desselben, aber ich glaube nicht, dass er den ganzen Unterschied der Dichtigkeiten des gegossenen und gehämmerten Messings zu erklären im Stande ist, der mehr als ein $\frac{1}{30}$ beträgt.

Eisen.

Die Eisenstäbe hatten sehr nahe dieselben Dimensionen als die von Messing; sie gaben folgende mittlere Resultate:

		$\delta' = 0{,}0000000$	Spec. Gew.
Englisches geschmiedetes Eisen	No. 8	313736	7,6411
	No. 9	306967	7,7503
Schwedisches Schmiedeeisen	No. 10	297377	7,8315
	No. 11	298404	7,7913
Gewalztes Bandeisen	No. 12	317225	7,6432
	No. 13	316745	7,6467
Gewalztes Eisenblech			
in senkrechter Richtung	No. 1	33151	7,6775
in der Richtung der Walzung	No. 2	36012	7,6763

Aus dieser Tabelle sieht man, dass das schwedische Schmiedeeisen die grösste Elasticität und auch zugleich die grösste Dichtigkeit besitzt; das englische Schmiedeeisen differirt in dieser Hinsicht nicht sehr vom englischen gewalzten Eisen. Das gewalzte Eisenblech hat eine viel geringere Elasticität, als das gewalzte Bandeisen. Das Eisenblech hat weniger Elasticität in der Richtung der Walzung, als in der senkrechten Richtung.

Stahl.

Wieder dieselben Dimensionen.

		$\delta' = 0{,}0000000$	Spec. Gew.
Weicher gewalzter Stahl	No. 5	297952	7,835
Weicher Gussstahl	No. 6	300623	7,833
	No. 7	297506	7,842
Englischer Schmiedestahl	No. 14	300946	7,835
	No. 15	301299	7,832

Die Aenderungen der Elasticität sind bei dem weichen Stahl viel geringer, als bei Messing und Eisen; gehärteten Stahl habe ich noch nicht untersuchen können, wegen der Schwierigkeit, so lange Stäbe so genau zuzuschleifen.

Weiches Gusseisen.

Stab No. 3	$\delta' = 0{,}0000000559288$	Spec. Gew. =	7,1242
Stab No. 4	564137		7,1302

Die folgenden Bestimmungen wurden mit Stäben gemacht, die nicht mit derselben Genauigkeit und Sorgfalt ausgeführt waren, als die Repsold'schen.

Platina	$\delta' =$	0,0000000358438
Silber		803825
Gold		843180

Für diejenigen, die sich bei ihren Rechnungen des Meters und Kilogramms als Längen- und Gewichtseinheiten bedienen, setze ich noch die Verlängerungen her, welche Stäbe von 1 Meter Länge und 1 Quadrat Millimeter Durchschnitt durch Anhängen eines Kilogramms erleiden.

		m
Gegossenes Messing	No. 2	0,0045667
	No. 4	48536
	No. 7	38513
Gewalztes Messing	No. 5	36510
	No. 6	34473
	No. 9	35336
Gehämmertes Messing	No. 1	34572
	No. 3	35547
	No. 8	33892
Englisches Schmiedeeisen	No. 8	19459
	No. 9	19440
Schwedisches Schmiedeeisen	No. 10	18444
	No. 11	18465
Bandeisen	No. 12	19676
	No. 17	19646
Eisenblech		
in der Richtung der Walzung	No. 2	22336
in der senkrechten Richtung	No. 1	20561
Weicher gewalzter Stahl	No. 5	27971
Weicher Gussstahl	No. 6	28221
	No. 7	27926
Englischer Schmiedestahl	No. 14	28352
	No. 15	28279
Weiches Gusseisen	No. 3	34689
	No. 4	34990

Platina	22232
Silber	49857
Gold	52297.

Transversalschwingungen horizontaler Stäbe, deren eines Ende geklemmt ist.

In den vorhergehenden Versuchen haben wir gesehen, dass die Biegung, welche die elastischen Stäbe beim Schwingen zu beiden Seiten ihrer Gleichgewichtslage erleiden, nicht erlaubt, diese Schwingungen mit denen eines graden Pendels zu vergleichen, der sich um seinen Aufhängepunkt dreht, und dass die Schwingungsdauer, die ein elastischer Stab zeigen würde, wenn man seine Elasticität vernichtete, so dass er blos von der Schwerkraft sollicitirt würde, geringer ist, als wenn der Stab wie ein Pendel und ohne sich zu biegen, um seinen Aufhängepunkt oscillirt. Es ist aber die Vergleichung mit einem Pendel auch in dem Falle aufzugeben, wenn der elastische Stab in einer horizontalen Ebene schwingt, in welchem Falle die Schwerkraft keine Wirkung auf ihn hat, wenn die Breite des Stabes vertical gestellt wird und hinreichend ist, jede Biegung nach unten zu verhindern.

Um diesen Umstand aufzuklären, habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, mit denselben Stäben, deren Elasticitätscoefficient bereits durch ihre verticalen Schwingungen bekannt war, deren Details ich für unnütz halte, hier anzuführen, und bin zu folgender Formel gelangt:

$$\frac{1}{\delta'} = \frac{9\pi^2 l.l'}{2gab^3 T_1^2} \sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}.$$

In dieser Formel ist T_1 die Dauer der horizontalen Schwingungen des Stabes. Wenn kein Gewicht an das freie Ende des Stabes befestigt ist, so verwandelt sich diese Formel in folgende:

$$\frac{1}{\delta'} = \frac{\pi^2 pl^3}{gab^3 T_1^2} \sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}.$$

Diese Formeln, mit denen verglichen, die sich auf verticale Stäbe beziehen, führen zu folgenden Gleichungen:

1) für die Stäbe, die an ihrem freien Ende ein Gewicht tragen:

$$\frac{T_1^2}{T^2} = \frac{t'}{\lambda};$$

2) für die Stäbe, die an ihrem freien Ende kein Gewicht tragen:

$$T_1 = T.$$

Transversalschwingungen cylindrischer Stäbe.

Die Transversalschwingungen der cylindrischen Stäbe (oder Dräthe) folgen denselben Gesetzen, als die der prismatischen; in der Formel, die den Elasticitätscoefficienten giebt, braucht nur $\frac{3}{2\pi\rho^4}$ an Stelle von $\frac{9}{2ab^3}$ gesetzt zu werden, wo ρ den Radius des Stabes oder Drathes bezeichnet, also:

$$\frac{1}{\delta'} = \frac{3I}{2\pi\rho^4} \cdot \frac{(t_1^2 + t^2)}{(t_1^2 - t^2)} \sqrt{\frac{\lambda}{\sigma}}.$$

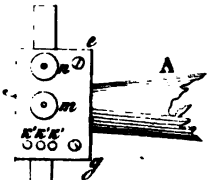
Die Versuche, die ich mit Dräthen angestellt habe, sind noch nicht sehr zahlreich; ich theile hier nur die Werthe von δ' für eine Sorte Messing und für 2 Sorten Eisendrath mit:

Messingdrath		$\delta' = 0{,}0000000586168$
		$\rho = 0{,}079852$
Eisendrath	No. 3	$\delta' = 0{,}0000000322363$
		$\rho = 0{,}1138$
Anderer Eisendrath	No. 2	$\delta' = 0{,}0000000336845$
		$\rho = 0{,}080992$
	Spec. Gew.	$= 7{,}5326.$

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XII. No.* 9. 10.)

Kupffer. 1. Untersuchungen über die Flexion elastischer Metallstäbe. 2. Experimentelle Untersuchungen über die Transversalschwingungen elastischer Metallstäbe.

Fig. 2.



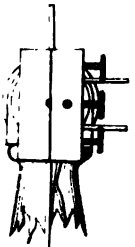
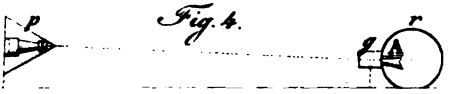


Fig. 4.



23 September / 5 October 1853.

Ueber verschiedene Doppelsalze der Molybdänsäure und Wolframsäure; von Heinrich Struve.

Erste Abhandlung.

Doppelsalze der Molybdänsäure.

Das eigenthümliche Bestreben der Molybdänsäure und Wolframsäure mit den Alkalien saure Salze zu bilden und die analoge Zusammensetzung dieser Säuren mit der Schwefelsäure, nämlich auf 1 Aequivalent Metall 3 Aequivalente Sauerstoff zu enthalten, veranlasste mich zu untersuchen, ob man mit diesen Säuren nicht auch Verbindungen darstellen könnte, die eine analoge Zusammensetzung, wie die verschiedenen Alaune der Schwefelsäure zeigen würden, in der Art, dass, wenn durch die Formel $\dot{R}\ddot{S} + \dot{R}\ddot{S}^3 + xH$ die Alaune bezeichnet werden, in diesen Doppelsalzen die Schwefelsäure durch ein oder mehrere Aequivalente Molybdänsäure oder Wolframsäure vertreten würde.

Dass überhaupt derartige Verbindungen existiren, liessen einige wenige sehr unvollständige Beobachtungen vermuthen, die, theils Svanberg und ich im Verlauf unserer Arbeit über das Aequivalent des Molybdäns[1]) gemacht, theils Schneider[2]) in seiner Arbeit über das Aequivalent des Wolframs,

1) J. f. p. Ch. 1848. XLIV. 257.
2) J. f. p. Ch. 1850. L. 155.

theils Laurent [3]) bei seiner Untersuchung verschiedener Verbindungen der Wolframsäure mitgetheilt hatten. Laurent [4]) giebt sogar verschiedene Formeln solcher eigenthümlicher Doppelsalze an, doch verdienen diese Mittheilungen sehr wenig Zutrauen, da er diese Salze nicht näher beschreibt, weder die Eigenschaften derselben, noch die einzelnen Analysen angiebt. Wenn man Laurent's Formeln dieser Salze näher betrachtet, so kann man denselben gewiss nicht beistimmen und es ist höchst wahrscheinlich, dass Laurent nur Gemenge untersucht hat. Weiter auf die Arbeiten von Laurent einzugehen, gehört nicht hierher, indem ich später auf dieselben zurückkommen werde.

Meine Annahme fand ich auf eine ausgezeichnete Art bestätigt, und in vorliegender ersten Abhandlung habe ich die Ehre, der Akademie meine Erfahrungen und Resultate über diese neuen Doppelverbindungen der Molybdänsäure zur Beurtheilung vorzulegen, indem ich nebenbei verschiedene Proben dieser neuen Salze beilege.

Ausser diesen Doppelsalzen werde ich hier noch verschiedene andere Salze der Molybdänsäure beschreiben, die mir im Verlauf meiner langen Arbeit über diese Verbindungen aufgestossen sind.

In der zweiten Abhandlung werde ich die entsprechenden Doppelverbindungen der Wolframsäure beschreiben, über die ich jetzt nur sage, dass sie mit den hier weiter unten beschriebenen Molybdänverbindungen nicht isomorph sind.

In diesen Cyclus von Untersuchungen gehören auch die Verbindungen der Vanadinsäure, da sie mit der Molybdänsäure und Wolframsäure eine analoge Zusammensetzung hat, doch in diesem Augenblick fehlt mir hierzu das nöthige Material, so dass ich diese Untersuchung auf fernere Zeiten mir vorbehalten muss.

Zur Darstellung der Doppelsalze der Molybdänsäure bilden die Ausgangspunkte das dreifach-molybdänsaure Kali

---

3) Ann. de Chim. et de Phys. XXI. 54 u. J. f. p. Ch. 1847. XLII. 116.

4) Compt. rend. 1850. Tom. 31. 692.

$= \dot{K}a\,\ddot{M}o^3 + 3\dot{H}$, das dreifach-molybdänsaure Natron $= \dot{N}a\,\ddot{M}o^3 + 7\dot{H}$ und das gewöhnliche molybdänsaure Ammoniumoxyd-Doppelsalz $= \dot{A}m\,\ddot{M}o^3 + \dot{A}m\,\ddot{M}o^2 + 3\dot{H}$. Kocht man eine Lösung des einen oder des anderen dieser Salze mit frischgefälltem Thonerdehydrat, Chromoxydhydrat, Eisenoxydhydrat oder Manganoxydhydrat, so werden nach und nach kleine Quantitäten dieser Oxyde aufgelöst und aus den Lösungen erhält man durch Abdampfen und Krystallisiren die verschiedenen molybdänsauren Doppelsalze. Es ist aber hierbei zu beobachten, dass von dem sauren molybdänsauren Alkali ein grosser Ueberschuss vorhanden sein und dass das Kochen viele Stunden lang fortgesetzt werden muss, damit sich et was grössere Quantitäten dieser Oxyde auflösen. Den Gesetzen der Isomorphie nach liess sich erwarten, dass, da alle diese 4 Oxyde mit den molybdänsauren Alkalien krystallinische Doppelsalze eingehen, diese Salze dieselbe Zusammensetzung und ebenso auch dieselbe Krystallform besitzen würden. Diesem entsprechen die von mir untersuchten Doppelsalze nicht ganz, indem das Salz mit Manganoxyd eine Ausnahme davon macht. Am Einfachsten übersieht man dieses aus der Zusammenstellung der Formeln. Die Doppelsalze mit Thonerde, Chromoxyd und Eisenoxyd lassen sich durch folgende allgemeine Formel anschaulich machen:

$$3\dot{R} + \ddot{\dot{R}} + 12\ddot{M}o + x\dot{H},$$

wo

$$\dot{R} = \dot{K}a,\ \dot{A}m,\ \dot{N}a$$

und

$$\ddot{\dot{R}} = \ddot{A}l,\ \ddot{C}r,\ \ddot{F}e.$$

Die Doppelverbindungen des Manganoxyds dagegen werden ausgedrückt durch die Formel:

$$5\dot{R} + \ddot{\dot{M}}n + 16\ddot{M}o + y\dot{H},$$

wo

$$\dot{R} = \dot{K}a,\ \dot{A}m,\ \dot{N}a$$

sein kann.

Wie man in diesen beiden Gruppen von Salzen die Elemente anzuordnen hat, ist schwer zu entscheiden und es lassen sich darüber verschiedene Annahmen aufstellen. Mir scheinen am wahrscheinlichsten folgende rationelle Formeln: für die erste Gruppe von Salzen

$$\left.\begin{array}{r} 3(\dot{R}\ddot{M}o^2) + \ddot{R}\ddot{M}o^6 + x\dot{H} \\ \text{und für die zweite} \\ 5(\dot{R}\ddot{M}o^2) + \ddot{R}\ddot{M}o^6 + y\dot{H} \end{array}\right\} \text{A.}$$

In diesen Formeln ist das Verhältniss des Sauerstoffs der Basen zu dem der Molybdänsäure sowohl im ersten Gliede als auch im zweiten wie 1 : 6. Der Unterschied in den wasserfreien Salzen beider Gruppen besteht nur darin, dass die Manganoxydverbindungen 2 Aequivalente zweifach molybdänsaures Alkali mehr enthalten, als die erste Gruppe.

Eine andere rationelle Ansicht über die Zusammensetzung ist folgende:

für die erste Gruppe

$$\left.\begin{array}{r} 3(\dot{R}\ddot{M}o^3) + \ddot{R}\ddot{M}o^3 + x\dot{H} \\ \text{und für die zweite Gruppe} \\ 5(\dot{R}\ddot{M}o^3) + \ddot{M}n\ddot{M}o + y\dot{H} \end{array}\right\} \text{B.}$$

Hier stellt sich aber kein so einfaches Verhältniss zwischen dem Sauerstoff der einzelnen Glieder heraus, wie nach *A.* Dagegen spricht für diese Formeln, dass wir die dreifach molybdänsauren Alkalien kennen, die sich durch ihre grosse Beständigkeit auszeichnen und dass bei der Zersetzung der Manganoxydsalze durch Kochen mit Wasser sich immer dreifach molybdänsaures Alkali absondert. Von den zweifach molybdänsauren Alkalien konnten Svanberg und ich nur das Natronsalz darstellen, während die vom Kali und Ammoniumoxyd nur in den Doppelverbindungen mit dem dreifach sauren Salze bekannt sind.

Nachdem ich so das Allgemeine dieser Gruppen von Salzen betrachtet habe, gehe ich zur Beschreibung der einzelnen

Verbindungen über, wobei ich die Formeln nach *A* angenommen habe.

Bei der Beschreibung der Analysen und Formeln habe ich meine Tabellen der Aequivalente der einfachen Körper zu Grunde gelegt.

Molybdänsaure Kali-Thonerde.

Formel $= 3(\dot{K}a\ddot{M}o^2) + \dot{A}l\ddot{M}o^6 + 20\dot{H}$.

Zur Darstellung dieses Salzes wird zu einer kochenden Lösung von dreifach molybdänsaurem Kali [5]) frisch gefällte Thonerde gesetzt und Alles viele Stunden lang gekocht, wobei man nur das verdampfende Wasser hin und wieder ersetzen muss. Hat man sich dann in einer kleinen Probe jener Lösung entweder mit Hülfe des Mikroscops durch Krystallbildung oder durch Fällung der Lösung mit Aetzammoniak von der Bildung des neuen Salzes überzeugt, so filtrirt man die Lösung siedend heiss. War die Lösung recht concentrirt, so krystallisirt die neue Verbindung schon beim Erkalten in kleinen weissen, ganz platten vierseitigen Tafeln heraus; im anderen Falle muss die Lösung in der Wärme concentrirt werden und bei langsamer Abkühlung krystallisirt das Salz in deutlichen kleinen Cuben. Durch neue Krystallisation lässt sich das Salz reinigen.

Leichter kann man diese Verbindung nach folgender Methode darstellen. Eine Lösung von gewöhnlichem Alaun fällt man durch irgend ein neutrales molybdänsaures Salz; hierbei bildet sich ein voluminöser Niederschlag, der ein Gemenge von Thonerdehydrat mit schwefelsaurer und molybdänsaurer Thonerde ist und höchst wahrscheinlich auch Kali enthält. Diesen Niederschlag behandelt man, nachdem er gut ausgewaschen war, mit dreifach molybdänsaurem Kali, wie oben angegeben, wobei sich das neue Salz bildet. Zur Fällung der Alaunlösung benutzte ich neutrale molybdänsaure Magnesia [6]).

---

5) Zur Darstellung des dreifach molybdänsauren Kali benutzte ich folgende einfache Methode. Zu einer heissen Aetzkalilösung setzte ich so lange Molybdänsäure hinzu, als beim Kochen noch etwas aufgelös

Das Salz bildet im reinen Zustande weisse kleine, cubische Krystalle, die aus einer Aneinanderhäufung quadratischer Tafeln entstehen. Bei gewöhnlicher Temperatur verändert sich das Salz nicht; bei 100° verliert es 6 Aequivalente oder 4,45% Wasser. Bei stärkerem Erhitzen mit-

---

wurde. Ist dieser Punkt eingetreten, so filtrirt man und nach dem Erkalten scheidet sich, je nach der Concentration der Lösung, entweder sehr bald oder nach einiger Zeit das dreifach molybdänsaure Kali aus. Hiernach kann man dieses Salz mit Leichtigkeit in grösseren Quantitäten darstellen. Ebenso erhält man das dreifach molybdänsaure Natron.

6) Zur Erhaltung dieses Salzes kochte ich Molybdänsäure und *Magnesia alba* mit Wasser und nach dem Filtriren und Abdampfen erhielt ich das neutrale Salz in deutlichen Krystallen. Das an der Luft getrocknete Salz hat die Formel $\dot{Mg}\,\ddot{Mo} + 5\dot{H}$. Bei 100° verliert es 3 Aeq. oder 20,01% Wasser. An der Luft verwittert es. Beim Glühen schmilzt es nicht.

Analysen:

I. 3,7930 Grm. Salz an der Luft getrocknet, gaben nach dem Trocknen bei 100° 3,0725 oder 81,00% Rückstand.

II. 0,9267 Grm. Salz bei 100° getrocknet, gaben nach dem Glühen 0,7725 oder 83,36% Rückstand.

III. 0.5638 Grm. Salz bei 100° getrocknet, gaben 0,2864 $\dot{Mg}^2\ddot{P}$ oder 0,1032 = 18,30% Magnesia.

Zusammensetzung des an der Luft getrockneten Salzes.

		In 100 Theilen berechnet
1 Aeq.	$\dot{Mg}$ 250,0.	14,81.
1 »	$\ddot{Mo}$ 875,2.	51,86.
5 »	$\dot{H}$ 562,5.	33,33.
	1687,7.	100,00.

Zusammensetzung des bei 100° getrockneten Salzes.

		In 100 Theilen berechnet	gefunden
1 Aeq.	$\dot{Mg}$ 250,0	18,52.	18,32.
1 »	$\ddot{Mo}$ 875,2.	64,83.	
2 »	$\dot{H}$ 225,0.	16,65.	16,64.
	1350,2.	100,00.	

telst einer Spirituslampe schmilzt das Salz und erstarrt beim Erkalten zu einer gelblichen krystallinischen Masse, die in Wasser und selbst in Säuren sehr schwer löslich ist. Das Salz ist in Wasser sehr schwer löslich, indem 100 Theile bei + 17° C. 4067 Theile Wasser verlangen.

Die Zusammensetzung des Salzes ergab sich aus folgenden Analysen:

I. 2,0385 Grm. des lufttrocknen Salzes gaben nach dem Glühen 1,7405 oder 85,38% und in diesen waren 0,0898 oder 4,41% Thonerde.

II. 0,609 Grm. des lufttrocknen Salzes gaben nach dem Glühen 0,518 oder 85,07% Rückstand.

III. 2,4086 Grm. des lufttrocknen Salzes verloren bei 100° 0,1073 oder 4,45% Wasser.

IV. 1,6180 Grm. des, bei 100° getrockneten Salzes gaben 0,0783 oder 4,83% Thonerde und 0,358 $\dot{K}a\ddot{S} = 0,1936$ oder 11,96% Kali.

Berechnet man hiernach, so ist die Zusammensetzung des lufttrocknen Salzes

			in 100 Theilen		
			berechnet	gefunden	
				I.	II.
3 Aeq.	$\dot{K}a$ =	1766,7.	11,65.		
1 "	$\ddot{A}\dot{l}$ =	640,8.	4,23.	4,41.	
12 "	$\ddot{M}o$ =	10302,4.	69,28.		
20 "	$\dot{H}$ =	2250,0.	14,84.	14,62.	14,94.
		15159,9.	100,00.		

und die des bei 100° getrockneten Salzes

				IV.
3 Aeq.	$\dot{K}a$ =	1766,7.	12,19.	11,96.
1 "	$\ddot{A}\dot{l}$ =	640,8.	4,42.	4,83.
12 "	$\ddot{M}o$ =	10502,4.	72,51.	
14 "	$\dot{H}$ =	1575,0.	10,88.	
		14484,9.	100,00.	

Molybdänsaure Ammoniumoxyd-Thonerde.

Formel = $3(\dot{Am}\ddot{Mo}^2) + \dot{Al}\ddot{Mo}^6 + 20\dot{H}$.

Zur Darstellung dieses Salzes kocht man eine Auflösung irgend eines molybdänsauren Ammoniumoxydsalzes mit Thonerdehydrat. Unter Verlust von Ammoniak wird die Thonerde nach und nach aufgelöst. Dieses Salz bildet sich viel leichter als das Kalisalz.

Es krystallisirt wie das Kalisalz in kleinen weissen glänzenden quadratischen Tafeln, die an der Luft sehr leicht Wasser verlieren und zwar $6^1/_2$ Aequivalente oder 5,09% Wasser, bei 100° — 120° gehen noch $7^1/_2$ Aequivalente, ohne dass die kleinen Krystalle an Glanz verlieren, weg. Die letzten 6 Aequivalente Wasser entweichen erst bei höherer Temperatur. Beim Erhitzen mit einer Spirituslampe entweicht Wasser und Ammoniak, während der Rückstand, der gelblich gefärbt, noch die Form der Krystalle besitzt und Thonerde und Molybdänsäure enthält. In Wasser ist es leichter als das Kalisalz löslich.

Analysen:

I. 0,831 Grm. Salz an der Luft rasch getrocknet gaben bei dem Glühen 0,651 oder 78,34% Rückstand.

II. 1,5455 Grm. Salz, die längere Zeit an der Luft getrocknet waren, verlieren bei 100° 0,0945 oder 6,15% Wasser.

III. 1,4300 Grm. Salz bei 100 — 120° getrocknet, verlieren beim Glühen 0,1885 oder 13,18% und im Rückstand waren 0,0734 oder 5,13% Thonerde.

IV. 2,289 Grm. Salz längere Zeit an der Luft getrocknet, verlieren bei 100° 0,133 oder 5,89% Wasser; der Rückstand, 2,156 Grm. verliert beim Glühen 0,299 und im Rückstande waren 0,111 Grm. Thonerde und 1,753 Grm. Molybdänsäure enthalten.

Zusammensetzung des lufttrocknen Salzes.

			In 100 Theilen berechnet		gefunden I
3 Aeq.	Ȧm =	975,0.	6,79.		
1 »	Ä̈l =	640,8.	4,46.	77,55.	78,34.
12 »	M̈o =	10502,4.	73,09.		
20 »	Ḣ =	2250,0.	15,66.		
		14368,2.	100,00.		

Zusammensetzung des bei 120° getrockneten Salzes.

			In 100 Theilen berechnet		gefunden III.	IV.
3 Aeq.	Ȧm =	975,0.	7,62.	Am + H	13,18.	13,87.
1 »	Ä̈l =	640,8.	5,01.		5,13.	5,14.
12 »	M̈o =	10502,4.	82,10.			81,30.
9 »	Ḣ =	675,0.	5,27.			
		12793,2.	100,00.			100,31.

Molybdänsaures Kali-Chromoxyd.

Formel = $3(\dot{K}a\ddot{M}o^2) + \ddot{C}r\ddot{M}o^6 + 20\dot{H}$.

Dieses Salz bildet sich unter denselben Bedingungen, wie das Thonerdesalz, indem man Chromoxydhyrat mit dreifach molybdänsaurem Kali kocht.

Es bildet schön rosaroth gefärbte Tafeln, die an der Luft unveränderlich sind, beim Erhitzen schmilzt es, erstarrt beim Abkühlen krystallinisch mit grünröthlicher Farbe und ist dann sehr schwer löslich in Wasser und in Säuren. 100 Theile Salz verlangen bei + 17° C. 3851 Theile Wasser zur Lösung. Fällt man die Lösung dieses Salzes mit einer Silberlösung, so erhält man einen weissen ins röthliche ziehenden amorphen Niederschlag, der neben Silberoxyd und Molybdänsäure noch Chromoxyd enthält. Beim Auswaschen mit Wasser zerlegt sich dieser Niederschlag, wie überhaupt die

molybdänsauren Silberoxyde. Bei 100° verliert es 10 Aequivalente oder 7,27% Wasser.

Analysen:

I. 0,854 Grm. des an der Luft getrockneten Salzes gaben nach dem Glühen 0,734 oder 85,95% Rückstand, in welchem 0,0534 oder 6,25% Chromoxyd.

II. 0,320 Grm. des lufttrocknen Salzes gaben nach dem Glühen 0,274 oder 85,63%.

III. 0,6365 Grm. des lufttrocknen Salzes gaben nach dem Trocknen bei 100° 0,5875 oder 92,30% und nach dem Glühen 0,5452 oder 85,64%.

			In 100 Theilen berechnet		gefunden I.	II.	III.
3 Aeq.	Ka =	1766,7.	11,41.				
1 "	Ër =	957,8.	6,19.	85,46.	6,25.		
12 "	Mo =	105,024.	67,86.				
20 "	H =	2250,0.	14,54.		14,05.	14,37.	14,36.
		15476,9.	100,00.				

Molybdänsaures Ammoniumoxyd-Chromoxyd.

Formel = $3(\dot{A}m\ddot{M}o^2) + \ddot{C}r\ddot{M}o^6 + 20\dot{H}$.

Die Darstellung dieses Salzes ist wie die des entsprechenden Thonerdesalzes. Es krystallisirt in kleinen quadratischen Tafeln mit rosarother Farbe. Beim Trocknen bei 100° verliert es 10 Aequivalente oder 7,66% Wasser; bei 120° gehen noch 2 Aeq. Wasser weg, im Ganzen verliert es somit bei 120° 12 Aeq. oder 9,19% Wasser. Nach dem Glühen bleibt ein Gemenge von Chromoxyd und Molybdänsäure nach.

Analyse. 1,1512 Grm. des lufttrocknen Salzes gaben bei 100° 1,0617 oder 92,22% Rückstand, bei 120° 1,0432 oder 90,62% und nach dem Glühen 0,9082 oder 78,89%, in welchen 0,078 oder 6,78% Chromoxyd.

			In 100 Theilen berechnet	gefunden
3 Aeq.	Ȧm =	975,0.	6,64.	
1 "	ẗr =	957,8.	6,52.	6,78.
12 "	M̈o =	10502,4.	71,52.	72,11.
20 "	Ḣ =	2250,0.	15,32.	
		14685,2.	100,00.	

Molybdänsaures Natron-Chromoxyd.

Formel = 3 (Ṅa M̈o²) + C̈r M̈o⁶ + 21 Ḣ.

Dieses Salz wird durch Kochen von Chromoxydhydrat mit dreifach molybdänsaurem Natron erhalten. Es bildet mikroscopische vierseitige Prismen von lilla Farbe, die an der Luft leicht verwittern und dabei eine hellere Farbe annehmen. Es ist in Wasser sehr leicht löslich. Bei 100° verliert es 12 Aeq. oder 9,01% Wasser; bei stärkerem Erhitzen schmilzt es und erstarrt nach dem Erkalten krystallinisch mit dunkler lilla Farbe.

Analyse. 1,1015 Grm. Salz gaben nach dem Trocknen bei 100° 1,2784 Grm. oder 91,22% und nach dem Schmelzen 1,178 oder 84,05%, in welchen 0,094 oder 6,71% Chromoxyd waren.

			In 100 Theilen berechnet	gefunden
3 Aeq.	Ṅa =	1162,8.	7,76.	
1 "	C̈r =	957,8.	6,39.	6,71.
12 "	M̈o =	10502,4.	70,09.	
21 "	Ḣ =	2362,5.	15,76.	15,88.
		14985,5.	100,00.	

Molybdänsaures Kali-Eisenoxyd und Ammoniumoxyd Eisenoxyd.

Kocht man eine Lösung von dreifach molybdänsaurem Kali oder Ammoniumoxyd mit Eisenoxydhydrat, so löst sich nach und nach das Oxyd auf und färbt die Lösung orange, aus der

man durch vorsichtiges Abdampfen zuerst unkrystallinische rothbraune Eisenoxyd - Verbindungen, die sich in Wasser leicht auflösen, erhält. Bei fernerem Abdampfen krystallisirt das Eisenoxydsalz heraus, doch stets verunreinigt durch basische Verbindungen. Mir ist es nicht gelungen, dieses Salz in solcher Quantität in reinem Zustande darzustellen, dass ich die Analyse desselben ausführen konnte; doch höchst wahrscheinlich hat es dieselbe Zusammensetzung, wie die früheren Salze, indem es dieselben mikroscopischen Krystalle von gelblich weisser Farbe, wie jene Salze giebt.

An dieses Salz schliesst sich an das

Fünffach molybdänsaure Eisenoxyd.

Formel $= \dddot{F}e\ddot{M}o^5 + 16\dot{H}$.

Durch das eigenthümliche Verhalten des dreifach molybdänsauren Kali zu Manganoxydul bei Gegenwart von Chlor, das ich weiter unten näher beschreiben werde, veranlasst, untersuchte ich diese Erscheinungen bei Gegenwart von Eisenoxydul unter denselben Bedingungen.

Versetzt man eine Lösung von dreifach molybdänsaurem Kali mit schwefelsaurem Eisenoxydul, so tritt sehr schnell eine Reduction ein, indem das Eisenoxydul der Molybdänsäure Sauerstoff entzieht. Die Lösung färbt sich blau, braun und nach und nach hellbraun, ohne aber weiter einen Niederschlag zu erzeugen. Lässt man aber gleich beim Zusatz der Eisenlösung einen Strom von Chlor durch die Lösung streichen, so bildet sich augenblicklich ein voluminöser unkrystallinischer Niederschlag, der durch Chlorgas nicht weiter verändert wird, während die Flüssigkeit eine grüngelbe Farbe annimmt. Dieser Niederschlag kann, auf einem Filter gesammelt, mit Wasser, worin er sehr schwer löslich ist, ausgewaschen werden. Nach dem Trocknen an der Luft bildet er ein leichtes gelbes Pulver, das bei 100° 12 Aeq. oder 18,61% Wasser verliert. Nach stärkerem Erhitzen nimmt diese Verbindung unter Verlust seines ganzen Wassergehaltes eine gelblichgrüne Farbe an. Glüht man das Salz im Platintiegel, so schmilzt es unter theilweiser Verflüchtigung von Molybdän-

säure. Die Zusammensetzung dieser Verbindung ergab sich aus folgender Analyse.

0,591 Grm des an der Luft getrockneten Salzes verloren bei 100° 0,100 oder 18,81% Wasser. Nach starkem Erhitzen betrug der Rückstand 0,446 Grm., in welchem 0,082 Grm. Eisenoxyd waren.

			In 100 Theilen berechnet	gefunden
1 Aeq	$\ddot{F}e$	= 1000,0.	13,94.	13,88.
5 »	$\ddot{M}o$	= 4376,0.	60,98.	61,59.
16 »	$\dot{H}$	= 1800,0.	25,08	24,53.
		7176,0.	100,00.	100,00.

Molybdänsaures Kali-Manganoxyd.

Formel = $5(\dot{K}a\ddot{M}o^2) + \ddot{M}n\ddot{M}o^6 + 12\dot{H}$.

Dieses Salz bildet sich unter denselben Bedingungen, wie die anderen Doppelsalze, indem man nämlich eine Lösung von dreifach molybdänsaurem Kali mit Manganoxydhydrat kocht. Es färbt sich hier nach und nach die Lösung schön roth und aus der siedend heiss filtrirten Lösung sondern sich beim Erkalten rothe glänzende Krystalle ab, die man durch neue Krystallisationen reinigen kann.

Viel leichter als auf dem eben angegebenen Wege kann man dieses Salz durch die Einwirkung von Chlorgas auf molybdänsaures Kali bei Gegenwart von Manganoxydul erhalten und zwar in folgender Weise. Durch eine heisse Lösung von dreifach molybdänsaurem Kali [7]) lässt man einen Strom von Chlorgas streichen und fügt zur Lösung nach und nach kleine Quantitäten einer schwefelsauren Manganoxydallösung hinzu. So lange das Chlorgas durch das dreifach molybdänsaure Kali auch geleitet werden mag, es tritt keine Veränderung ein, so wie man aber eine kleine Spur eines Manganoxydulsalzes

7) Behandelt man eine alkalische Lösung von Molybdänsäure in Kali mit Chlorgas, so scheiden sich nach und nach Krystalle des Kalidoppelsalzes $3\dot{K}a\ddot{M}o^2 + \dot{K}a\ddot{M}o^3 + 16\dot{H}$, das Svanberg und ich beschrieben haben, in reichlicher Menge aus. In einer Lösung von dreifach molybdänsaurem Kali bringt Chlorgas keine Veränderung hervor

hinzubringt, so nimmt die Lösung augenblicklich eine röthliche Farbe an. Hat man eine etwas grössere Quantität Manganoxydul hinzugegeben, so wird die Färbung tiefroth und nach einiger Zeit tritt die Abscheidung des neuen Salzes ein, während die Lösung eine tiefrothe Färbung behält. Nimmt die Lösung nach einem neuen Zusatz des Mangansalzes keine dunklere Farbe an, so unterbricht man das Einleiten des Chlors. Das neu gebildete Salz setzt sich sehr schnell zu Boden, so dass die überstehende Lösung abgegossen werden kann und man das Salz mit kaltem Wasser nur noch abzuspülen nöthig hat, um es in reinem Zustande zu erhalten. Aus der tiefroth gefärbten Lösung sondert sich während des vollständigen Erkaltens noch eine neue Quantität des Salzes ab und zwar in grösseren Krystallen. Wenn man darauf die Lösung in gelinder Wärme concentrirt, so erhält man noch vom Salze. Die rückständige Lösung bleibt aber immer tiefroth gefärbt und enthält verschiedene andere Verbindungen, die ich bis jetzt nicht genauer verfolgt habe, indem sie der verwickelten Erscheinungen wegen, die sie darbieten, ein ganz besonderes Studium verlangen.

Dieses Manganoxydsalz bildet orangerothe glänzende Rhomboeder, dessen Endkanten-Winkel $= 107°45'$ ist, wie ich mit Hülfe eines Reflections-Goniometers bestimmt habe. In Wasser ist es schwer löslich, indem 100 Theile bei + 17° 38426 Theile Wasser zur Lösung verlangen, in kochendem Wasser viel leichter auflösbar, doch hierbei erleidet es eine theilweise Zerlegung, indem sich ein basisch molybdänsaures Manganoxyd in braunen Flocken abscheidet. An der Luft verändert sich das Salz nicht, bei 100° verliert es 9 Aequivalente oder 5,22% Wasser; bei 160° gehen noch 2 Aeq. Wasser weg, so dass der ganze Verlust 11 Aeq. oder 6,38% Wasser beträgt, wobei die Farbe des Salzes nur eine etwas dunklere wird. Setzt man das Salz einer höheren Temperatur aus, so entweicht zuerst das letzte Aeq. Wasser und das Salz nimmt eine schwarze Farbe an. Steigert man jetzt die Hitze, so schmilzt das Salz und erstarrt beim Erkalten krystallinisch mit braunröthlicher Farbe. Versetzt man die Lösung dieses Salzes mit einer salpetersauren Silberoxydlösung, so erhält

man augenblicklich einen voluminösen fleischfarbenen Niederschlag, der rasch zu Boden sinkt. Will man ihn aber auf einem Filter sammeln und auswaschen, so zerlegt er sich und das Wasser geht milchig durch's Filter. Er verhält sich hier in ebenso, wie das früher von Svanberg und mir beschriebene saure molybdänsaure Silberoxyd. Dieses Silbersalz enthält aber neben Molybdänsäure und Silberoxyd auch Manganoxyd, so dass man diese Fällung als das dem Kalisalze entsprechende Silberoxydsalz annehmen muss. Mit salpetersaurem Quecksilberoxydul erhält man einen ähnlichen Niederschlag, der in einem grossen Ueberschuss der Salzlösung auflöslich ist. In einem Ueberschuss von salpetersaurem Quecksilberoxydul ist er nicht löslich, wird aber dadurch verändert, indem er nach und nach sehr zusammensinkt, eine goldgelbe Farbe annimmt und aus kleinen krystallinischen Nadeln besteht. Diese Verwandlung geht noch rascher beim Kochen vor sich.

Die Zusammensetzung dieses Salzes wurde durch folgende Analysen festgestellt:

I. 1,2448 Grm. Salz an der Luft getrocknet, verloren bei 100° 0,0696 Grm. oder 5,58% Wasser und nach gelindem Erhitzen, wobei das Salz eine schwarze Farbe annahm, blieben 1,1595 oder 93,11% nach. Dieser Rückstand wurde nun durch Kochen mit Wasser und Ammoniak zerlegt, wodurch 0,0601 Grm. $\dot{M}n\ddot{M}n = 0{,}0622$ oder 4,996% Manganoxyd erhalten wurden. Das Filtrat gab nach dem Eindampfen und Glühen im Platintiegel 1,098 Grm. oder 88,21%. Diese geschmolzene und krystallinisch erstarrte Masse löste sich vollständig in Ammoniak auf. Die Molybdänsäure wurde nun als Schwefelmolybdän durch Hydrothionammoniak und Salzsäure gefällt. Nach geschehener Fällung Alles so lange auf der Sandkapelle erhitzt, bis aller Geruch nach Schwefelwasserstoffgas verschwunden war, darauf das Schwefelmolybdän auf einem Filter gesammelt und mit heissem, Salzsäure haltigem Wasser ausgewaschen. Das ausgewaschene Schwefelmolybdän wurde noch feucht vom Filter in ein

Becherglas genommen, in demselben mit Salpetersäure oxydirt und nach vollbrachter Oxydation, wobei sich Schwefel ausscheidet, abgedampft. Der Rückstand wurde in Ammoniak gelöst, der sich nicht auflösende Schwefel durch Filtration getrennt und nun die Lösung in einem tarirten grossen Platintiegel im Wasserbade zur Trockne verdampft. Der trockne Rückstand wurde vorsichtig auf einer Spirituslampe erhitzt, wobei sich Ammoniak, Wasser, Schwefelsäure und schweflige Säure entwickeln. Als Rückstand bleibt blaues Molybdänoxyd nach, das mit Hülfe einiger Tropfen Salpetersäure und durch Erhitzen auf der Spirituslampe zu Molybdänsäure oxydirt und darauf gewogen wurde. Nach dieser Methode erhielt ich in diesem Versuch 0,900 oder 72,30% Molybdänsäure. Aus dem Filtrat vom Schwefelmolybdän wurde das Kali als schwefelsaures Kali bestimmt und zwar 0,371 Grm. schwefelsaures Kali = 0,201 oder 16,15% Kali erhalten.

II. Salz von einer neuen Bereitung.

1,0745 Grm. Salz gaben nach dem Trocknen bei 100 bis 110° 1,014 oder 94,37% und nach dem Schmelzen 0,9953 oder 92,63% Rückstand. Diese Analyse wurde ebenso wie die erste ausgeführt und gab 0,0539 $\dot{M}n\ddot{M}n$ = 0,0558 oder 5,19% Magnanoxyd; 0,791 oder 73,61% Molybdänsäure und 0,3202 schwefelsaures Kali = 0,1731 oder 16,11% Kali.

III. 2,1808 Grm. des lufttrocknen Salzes gaben nach dem Trocknen bei 100 — 120° 2,0410 oder 93,50% Rückstand.

IV. 0,702 Grm. des lufttrocknen Salzes gaben nach dem Trocknen bei 110° 0,666 oder 94,87%, bei 160° 0,6585 oder 93,80% und nach dem Schmelzen 0,652 oder 92,80% Rückstand.

			In 100 Theilen berechnet	gefunden I.	II.	IV.
5 Aeq.	$\dot{K}a$	= 2944,5.	15,19.	16,15.	16,11.	
1 »	$\ddot{M}n$	= 989,4.	5,10.	5,00.	5,19.	
16 »	$\ddot{M}o$	= 14103,2.	72,75.	72,30.	73,61.	
12 »	$\dot{H}$	= 1350,0.	6,96.	6,89.	6,56.	7,20.
		19387,1.	100,00.	100,34.	101,47.	

Molybdänsaures Ammoniumoxyd-Magnanoxyd.

Formel = $5(\dot{A}m\ddot{M}o^2) + \ddot{M}n\ddot{M}o^6 + 12\dot{H}$.

Kocht man eine Lösung von molybdänsaurem Ammoniumoxyd mit Manganoxydhydrat, so bildet sich dieses Salz unter denselben Erscheinungen wie das Kalisalz, nur dass hier die Lösung des Oxyds rascher erfolgt. Dieses Salz ist isomorph mit dem Kalisalz und stimmt in allen Eigenschaften mit jenem überein. Es ist leichter löslich in Wasser, indem 100 Theile bei 17° 10172 Theile Wasser zur Lösung verlangen. An der Luft verändert es sich nicht. Bei 100° verliert es 9 Aequivalente oder 4,60% Wasser, bei 160° 11 Aequivalente oder 6,85% Wasser.

Analyse. 0,5325 Grm. des lufttrocknen Salzes gaben nach dem Trocknen bei 100 — 110° 0,5040 oder 94,65%, bei 160° 0,4970 oder 93,34% Rückstand und nach dem Glühen 0,4475, in welchem 0,025 $\dot{M}n\ddot{M}n$ = 0,0258 $\ddot{M}n$ = 4,85% enthalten waren.

			In 100 Theilen berechnet	gefunden	
5 Aeq.	$\dot{A}m$	= 1625,0	8,99.	15,96	= $\dot{A}m + \dot{H}$.
1 »	$\ddot{M}n$	= 989,4.	5,47.	4,85.	
16 »	$\ddot{M}o$	= 14103,2.	78,07.		
12 »	$\dot{H}$	= 1350,0	7,47.		
		18067,6.	100,00.		

Beim Kochen des molybdänsauren Ammoniumoxyds mit Manganoxydhydrat ist das Hauptproduct die Bildung obigen

Salzes, ausserdem erzeugen sich aber noch verschiedene andere manganhaltige Salze und Doppelsalze, die ich nicht weiter verfolgt habe und hier nur einige Bemerkungen über dieselben mittheilen will.

Wenn man nach der Bildung des rothen Salzes das Ungelöste versucht auszuwaschen, so löst sich der Rückstand, so wie keine anderen Salze mehr vorhanden sind, mit tiefbrauner Farbe in Wasser auf. Diese Lösung giebt nach dem Abdampfen im Wasserbade eine dunkelbraunschwarze, glänzende, unkrystallinische Masse, die im Wasser leicht löslich ist, woraus sie, durch andere Salze, wie zum Beispiel durch Chlorammonium, in Flocken wieder niedergeschlagen wird. Durch Ammoniak wird die Verbindung zerlegt, indem sich Manganoxyd absondert und molybdänsaures Ammoniumoxyd in der Lösung bleibt. Eine Analyse einer solchen bei 100° getrockneten Masse führte zur Annahme, dass sie als basisch molybdänsaures Manganoxyd zu betrachten ist. Ich fand nämlich, dass 0,311 Grm. bei 100° getrocknet beim Glühen 0,046 Grm. verloren und im Rückstande waren 0,192 Grm. Manganoxyd enthalten. Hieraus folgt folgende Zusammensetzung:

		In 100 Theilen	
		berechnet	gefunden
2 Aeq.	$\dot{M}n$ = 1978,8.	59,89.	61,77.
1 •	$\dot{M}o$ = 875,2.	26,49.	23,43.
4 •	H = 450,0.	13,62.	14,80.
	3304,0.	100,00.	100,00.

Diese Verbindung bildet sich auch bei der Zersetzung der beiden Manganoxyd-Doppelsalze durch Kochen mit Wasser, indem sie sich hierbei in braunen Flocken ausscheidet.

Bleibt diese Verbindung als unlöslich und unkrystallinisch bei der Bildung des röthen Salzes nach, so finden sich in der Lösung noch andere krystallinische Salze. Dampft man die Lösung des molybdänsauren Ammoniumoxyds, aus der das rothe Salz herauskrystallisirt war und die eine hellbraune Farbe hat, weiter ab, am besten an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur, so krystallisirt zuerst das gewöhnliche Ammo-

niaksalz heraus. Wird die Lösung concentrirter, so sondert sich ein gelblich weisses Salz in deutlichen Krystallen ab, das sich, wenn man es mit Wasser behandelt, in dreifach molybdänsaures Ammoniumoxyd und in ein gelbes, schwer lösliches Salz zerlegt. Zugleich mit diesem Salze bilden sich; aber nur in sehr geringer Quantität im Vergleich zu den anderen Salzen, dunkelschwarze octaëdrische Krystalle, die einen starken Glanz besitzen und ohne Veränderung in Wasser löslich sind. Welche Bedingungen zur Erhaltung dieser Salze gerade erforderlich sind, kann ich nicht angeben, da ich auch verschiedene andere Salze beim Abdampfen der Mutterlauge vom rothen Salze erhielt.

Das dreifach molybdänsaure Natron verhält sich ebenso zu Manganoxyd, und giebt mit demselben gelbrothe Krystalle, die im Wasser sehr leicht löslich sind. Näher habe ich dieses Salz nicht untersucht.

Molybdänsaures Manganoxydul.

Formel $= \dot{Mn}\ddot{Mo} + \dot{H}$.

Dieses Salz erhielt ich bei der Behandlung von kohlensaurem Manganoxydul mit dreifach molybdänsaurem Kali oder Natron. Es bildet ein weisses schweres Pulver, das sich, unter dem Mikroscope betrachtet, als prismatische Tafeln zu erkennen giebt. Bei der Luft und beim Trocknen bei 100° verliert es das eine Aequivalent Wasser nicht; dieses entweicht erst bei höherer Temperatur, wobei das Salz eine hellbräunliche Farbe annimmt. Wenn das kohlensaure Manganoxydul manganoxydhaltig ist, so erhält man dieses Salz von dunklerer Farbe und findet dann in der Analyse auch einen grösseren Gehalt von Manganoxydul, als die Theorie verlangt. Das Salz ist sehr schwer in kochendem Wasser löslich.

Analyse:

I. 0,8595 Grm. Salz an der Luft getrocknet gaben nach dem Erhitzen 0,791 und hierin waren 0,523 Grm. Molybdänsäure und 0,270 Grm. Manganoxydul.

II. 0,838 Grm., bei 100° getrocknet, gaben nach dem Glühen 0,771 Rückstand.

Berechnung.

		In 100 Theilen berechnet	gefunden I.	II.
1 Aeq.	$\dot{Mn}$ = 444,7.	31,05.	31,41.	
1 "	$\ddot{Mo}$ = 875,2.	61,10.	60,85.	
1 "	$\dot{H}$ = 112,5.	7,85.	7,97.	7,67.
	1432,4.	100,00.	100,23.	

Kocht man dieses Salz längere Zeit mit einer Lösung von dreifach molybdänsaurem Kali oder Natron, so erhält man in der Auflösung ein Manganoxydul-Doppelsalz, das nach dem Abdampfen herauskrystallisirt. Diese Verbindungen habe ich aber weiter nicht verfolgt.

Zweifach molybdänsaures Quecksilberoxydul.

Formel = $\dot{Hg}\ddot{M}^2$.

Fällt man eine Lösung von dreifach molybdänsaurem Kali mit salpetersaurem Quecksilberoxydul, so erhält man einen gelblich weissen flockigen Niederschlag. In der Lösung findet sich aber immer sowohl Quecksilberoxydul, als auch Molybdänsäure, so dass in diesem Fall die Fällung der Molybdänsäure sehr unvollständig erfolgt. Sammelt man augenblicklich den Niederschlag auf einem Filter, so geht er beim Waschen mit Wasser milchig durch das Filter und sinkt etwas zusammen. Unterbricht man das Auswaschen, wenn ein Tropfen des Filtrats beim Abdampfen und starkem Glühen auf einem Platinblech keinen Rückstand mehr hinterlässt, so hat man auf dem Filter das zweifach molybdänsaure Queck silberoxydul. Setzt man das Auswaschen noch ununterbrochen fort, so nimmt der Niederschlag nach und nach eine schöne goldgelbe Farbe an und besteht aus kleinen mikroscopischen Nadeln, die das neutrale molybdänsaure Quecksilberoxydul

bilden. Rascher geht diese Umwandlung vor sich, wenn man nach der Fällung des dreifach molybdänsauren Kali durch die Quecksilberlösung das Ganze längere Zeit kocht oder auch sich selbst überlässt.

Das zweifach molybdänsaure Quecksilberoxydul ist ein wasserfreier unkrystallinischer, gelblich weisser Niederschlag, der sich beim starken Glühen in Molybdänsäure, Quecksilber und Sauerstoff zerlegt. Hiernach wurde auch die Analyse ausgeführt.

1,353 Grm. des bei 100° getrockneten Salzes gaben nach dem Glühen im Platintiegel in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas und nach der Oxydation des rückständigen Oxydes 0,536 Grm. oder 39,63% Molybdänsäure.

		In 100 Theilen berechnet	gefunden
1 Aeq. $\dot{H}g$	= 2600,0.	59,76.	
2 » $\ddot{M}o$	= 1750,4.	40,24.	39,63.
	4350,4.	100,00.	

Basisch molybdänsaures Kupferoxyd.

Formel = $\dot{C}u^4\ddot{M}o^3 + 5\dot{H}$.

Zur Darstellung dieser Verbindung versetzt man eine kochende Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit einer concentrirten Lösung des molybdänsauren Ammoniumoxydsalzes = ($\dot{A}m\ddot{M}o^3 + \dot{A}m\ddot{M}o^2 + 3\dot{H}$), wobei sich rasch ein grünes schweres unkrystallinisches Pulver ausscheidet. Diesen Niederschlag muss man gleich auf einem Filter sammeln, denn sonst wird er durch andere basische Verbindungen verunreinigt. Das Filtrat giebt beim Eindampfen zuerst noch von diesem Salze, doch schon mit einem anderen vermischt, das eine hellere Farbe hat. Beim ferneren Eindampfen scheidet sich ein Doppelsalz aus, das weiter unten beschrieben wird.

Dieses Salz enthält nach dem Trocknen an der Luft 5 Aeq. Wasser, von welchen es bei 100° 3 Aeq. oder 6,52% ver-

liert, ohne aber dabei die Farbe zu verändern. Bei höherer Temperatur verliert es die beiden letzten Aequivalente Wasser, wobei die Farbe in eine dunkelbraunrothe übergeht. Uebergiesst man das wasserfreie Salz mit Wasser, so nimmt es nach und nach dieses wieder auf.

Analysen.

I. 1,163 Grm. des an der Luft getrockneten Salzes verloren bei 100° 0,077 Grm. oder 6,62% Wasser und beim Glühen noch 0,048 oder 10,75%.

II. 0,801 Grm. Salz, bei 100° getrocknet, verloren beim Glühen 0,036 oder 4,49% Wasser und gaben 0,3264 oder 40,75% Kupferoxyd.

III. 1,034 Grm. des wasserfreien Salzes gaben 0,451 oder 43,62% $\dot{Cu}$ und 0,5796 oder 56,06% Molybdänsäure. Zur Bestimmung der Molybdänsäure wurde das Salz mit einer gewogenen Quantität von wasserfreiem kohlensaurem Natron zusammengeschmolzen und aus dem Verlust von Kohlensäure die Quantität der Molybdänsäure berechnet, unter der Annahme, dass sich beim Schmelzen neutrales molybdänsaures Natron bildet.

		In 100 Theilen		
		Berechnet	gefunden	
			I.	III.
4 Aeq.	$\dot{Cu}$ = 1986,4.	38,39.		38,88.
3 »	$\ddot{Mo}$ = 2625,6.	50,74.		49,96.
5 »	$\dot{H}$ = 562,5.	10,87.	10,75.	
	5174,5.	100,00.		

Molybdänsaures Ammoniumoxyd-Kupferoxyd.

Formel = $\dot{Cu}\ddot{Mo}^2 + \dot{Am}\ddot{Mo}^2 + 9\dot{H}$.

Dieses Salz bildet sich, wie ich so eben gesagt habe, beim Abdampfen des Filtrats vom vorhergehendem Salze, doch ist es hier fast immer durch ein saures molybdänsaures Ammo-

niumoxyd verunreinigt, von welchem es durch Auflösen in kochendem Wasser getrennt werden kann. Am Leichtesten erhält man dieses Salz, wenn man eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit einem Ueberschuss von molybdänsaurem Ammoniumoxyd in der Kälte versetzt. Es scheidet sich hierbei ziemlich schnell ein weissblaues krystallinisches Salz ab, das unter dem Mikroscope betrachtet aus kleinen Rhomben besteht. In kaltem Wasser ist es schwer löslich, in kochendem löst es sich ohne Zersetzung auf und kann beim Abdampfen ohne Veränderung wieder erhalten werden. Das lufttrockne Salz enthält 9 Aeq. Wasser, von welchen es bei 100° 4 Aeq. oder 7,25% und bei 130° noch 4 Aeq. Wasser verliert, im Ganzen 8 Aeq. oder 14,49% Wasser. Bei stärkerem Erhitzen entweichen Ammoniak und Wasser, und es bleibt eine gelbliche Masse nach, die beim heftigen Glühen schmilzt, wobei Spuren von Molybdänsäure entweichen.

Analysen.

I. 0,7855 Grm des lufttrocknen Salzes verloren bei 100° 0,0598 oder 7,613% Wasser, bei 130° 0,1200 Grm. oder 15,287% Wasser. Nach dem Glühen blieben 0,612 oder 77,91% als Rückstand, in welchem 0,060 oder 7,64% Kupferoxyd enthalten waren.

II. 0,5604 Grm. Salz von einer anderen Bereitung verloren beim Glühen 0,121 oder 21;59%.

			In 100 Theilen gefunden	gefunden	II.
1 Aeq	$\dot{Cu}$	= 496,6.	7,99.	7,64.	
5 »	$\ddot{Mo}$	= 4376,0.	70,46.		
1 »	$\dot{Am}$	= 325,0.	5,23.	22,09.	21,59.
9 »	$\dot{H}$	= 1012,5.	16,32.		
		6210,1.	100,00.		

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XII. No.* 9. 10.)

$\frac{7}{19}$ October 1853.

Untersuchungen über die Flexion elastischer Metallstäbe: von A. T. Kupffer.

(Auszug einer grösseren Abhandlung, die in den *Annales de l'Observatoire physique central* erscheinen wird.)

Wenn man einen graden Stab an einem Ende in horizontaler Lage einklemmt, das andere aber frei lässt, so biegt sich dieses etwas herab, wenn die verticale Dimension nicht gar zu gross ist; diese Biegung ist das Gleichgewicht zwischen der Elasticität des Stabes und der Wirkung der Schwere. Die Biegung wird noch grösser, wenn man ein Gewicht an das freie Ende des Stabes hängt. Die Grösse, um welche die Axe des Stabes unter jener ursprünglich-horizontalen Lage herabgedrückt wird, nennt man seine Depression; den Winkel, den eine Tangente an das bewegliche Ende des Stabes mit derselben Horizontale macht, nennt man den Flexions- oder Biegungswinkel.

Es ist allgemein bekannt, dass man den Elasticitäts-Coefficienten eines Stabes finden kann, wenn man die Depression kennt, die er durch ein bekanntes Gewicht erleidet; die genaue Messung dieser Depression bietet aber manche Schwierigkeiten dar; mir schien es bequemer und genauer, den Flexionswinkel zu messen; diess geschah auf folgende Art:

Nachdem das eine Ende des Stabes so eingeklemmt worden war, dass man seine horizontale Lage vermittelst einer aufgesteckten Libelle genau verificiren konnte (siehe fig. 6), wurde

das freie Ende mit einem Spiegel versehen, dessen Ebene sehr nahe senkrecht auf die Axe des Stabes war. Wie man diese Lage hervorbringt, vermittelst der Stellschrauben, die in der Figur zu sehen sind, ist aus den nach der Gaussischen Methode angestellten magnetischen Beobachtungen zu bekannt, als dass ich nöthig hätte die Procedur hier genauer zu beschreiben. Auf den Spiegel wurde das Fernrohr eines tragbaren kleinen astronomischen Verticalkreises gerichtet, so dass die optische Axe des Fernrohrs normal auf die Ebene des Spiegels war. Um sich davon überzeugen zu können, ist die Ocularröhre des Fernrohrs da, wo das Fadenkreuz aufgespannt ist, durchbrochen, so dass das Fadenkreuz vom Tageslicht beleuchtet wird; um demselben noch mehr Sichtbarkeit zu geben, sind die Spinnefäden durch Fäden von dünnem weissen Baumwollenzwirn ersetzt. Die Lichtstrahlen, die von dem so beleuchteten Fadenkreuz auf das Objectiv fallen, kommen, wenn das Fadenkreuz gerade im Hauptbrennpunkt des Objectivs steht, parallel aus dem Objectiv heraus' fallen auf den Spiegel und werden von demselben wieder reflectirt, so dass man durch die Ocularlinse ausser dem wirklichen Fadenkreuz noch das reflectirte Bild desselben sieht, und zwar auch im Brennpunkt, so dass beide sich vollkommen decken, wenn die optische Axe des Fernrohrs genau senkrecht auf der Ebene des Spiegels ist. Wenn man nun die Neigung der optischen Axe des Fernrohrs auf dem getheilten Verticalkreise abliest, so hat man auch die Neigung des Stabendes gegen den Horizont, da Stabende und optische Axe des Fernrohrs beide senkrecht gegen den Spiegel sind, mithin dieselbe Richtung haben. Um aber die Neigung des Fernrohrs auf der Theilung des Verticalkreises unmittelbar ablesen zu können, braucht man nur, nachdem man die verticale Drehungsaxe des Instruments, vermöge der dazu bestimmten Libelle vollkommen senkrecht gemacht hat, dem Fernrohr eine nahe senkrechte Richtung zu geben, das Objectiv nach unten und eine Schale mit Quecksilber unterzustellen; die horizontale Oberfläche des Quecksilbers wird ebenfalls das Bild des Fadenkreuzes in das Fernrohr zurück reflectiren, und man wird ebenfalls 2 Fadenkreuze sehen, die man durch einige

Bewegung des Fernrohrs zur vollkommnen Coincidenz bringen kann: alsdann steht die optische Axe des Fernrohrs senkrecht; man stellt nun 90° des getheilten Kreises auf die Null des Alidadenkreises, wodurch der Radius des getheilten Kreises, der durch den Anfang der Theilung geht, eine solche Lage bekommt, dass wenn man die Null des Alidadenkreises auf die Null des getheilten Kreises stellt, die optische Axe des Fernrohrs eine vollkommene horizontale Lage annimmt, und jede Neigung des Fernrohrs gegen den Horizont unmittelbar auf dem getheilten Kreise abgelesen werden kann.

Das in einer Schale liegende Gewicht, welches dazu dienen soll, das freie Ende des Stabes herabzubiegen, wird an einen Ring angehängt, welcher dieses freie Ende umfasst, und inwendig 2 gegenüberliegende Spitzen hat, wie fig. 6 es zeigt, zwischen welche der Stab geklemmt wird; diese Spitzen bilden auf dem Stabe kleine Vertiefungen, welche in derselben horizontalen, durch die Axe des Stabes gehenden Linie liegen, und deren mittlere Entfernung vom geklemmten Ende leicht nachher gemessen werden kann, nachdem man das Gewicht abgenommen und den Stab aus der Klemmung entfernt hat, wobei er wieder grade wird. Der Klemmungs-Punkt wird vorher dadurch bezeichnet, dass man vermittelst einer Stahlspitze einen feinen Strich auf dem Stabe macht, da wo er aus dem Klemmungsapparat heraustritt. Der Aufhängepunkt des Gewichts befindet sich gleich hinter dem Spiegel, so dass man annehmen kann, dass der Stab zwischen dem Aufhängepunkt und dem Spiegel, durch die Schwere des letztern, keine mit der Neigung des Spiegels sich verändernde Biegung annehmen kann.

Als Klemmungsapparat diente derselbe Apparat, den ich in meiner vorigen Abhandlung*) beschrieben habe, und der fig. 1 abgebildet ist. Vermittelst des Armes *E*, der an seinem in der Zeichnung nicht sichtbaren Ende gegen eine Micrometerschraube drückt, kann man der Klemmung *G* eine solche Lage geben, dass die Libelle *L* einspielt, so lange der Stab unbelastet ist. Da bei grösserer Belastung der Stab da, wo er

*) Siehe No. 9 u. 10 des Bülletin.

eben aus der Klemmung heraustritt, doch ein wenig herabgedrückt werden könnte, ohne dass deshalb das eingeklemmte Ende des Stabes seine Horizontalität einbüsste, so dass in diesem Falle die Libelle L eine falsche Anzeige machen würde, so ist an der Klemmung G selbst noch eine Hülfs-Libelle M befestigt, die die etwaige Drehung der Klemmung G selbst anzeigen würde, wenn eine solche Drehung durch das an das freie Ende des Stabes angehängte Gewicht hervorgebracht würde; diess ist aber nie geschehen, weil der ganze Apparat sehr schwer und stark ist.

Die Depression des freien Endes des Stabes wurde vermittelst einer verticalen Theilung gemessen, die man zwischen Aufhängepunkt und Schale eingeschaltet hatte, und auf welche das Fernrohr eines Cathetometers gerichtet war. Diese Theilung hatte eine senkrechte Mittellinie, auf welche man ein horizontales Microscop richten konnte, das sich längst einer horizontalen Theilung fortbewegte, in der Richtung des Stabes; vermittelst dieses Microscops war es leicht, die horizontale Entfernung des Aufhängungspunkts vom Klemmpunkt zu messen; man brauchte nur erst das freie Ende so zu unterstützen, dass keine Biegung statt fand (wovon man sich durch eine am Ende aufgestellte Libelle leicht überzeugte) und das Microscop auf die Mittellinie zu stellen: dann die Unterstützung wegnehmen, das Gewicht anhängen und beobachten, um wieviel das Microscop gerückt werden musste, um es wieder auf die Mittellinie einzustellen; diese Grösse, von der Länge des Stabes zwischen dem Klemmpunkt und dem Aufhängepunkt abgezogen, gab die jedesmalige Entfernung des Aufhängepunktes vom Klemmpunkte. Diese Entfernung muss sehr genau bekannt sein, denn diese Entfernung mit dem Gewicht multiplicirt, giebt das Moment des Gewichts, welches die Biegung hervorbringt. Ohne in die Einzelheiten aller von mir angestellten sehr zahlreichen Versuche einzugehen, theile ich hier nur die Resultate mit, zu denen ich vermittelst dieses Apparats gelangt bin.

1) Wenn man mit φ den Flexionswinkel, mit d die Depression und mit L die horizontale Entfernung zwischen dem Auf-

hängepunkt der Gewichte und dem Klemmpunkt bezeichnet, so hat man:

$$d = \frac{2}{3} L \,.\, \text{tang}\, \varphi$$

Wenn dieses Gesetz für alle Punkte der elastischen Curve richtig ist, und nicht bloss für den Endpunkt derselben, so kann man diese Curve durch folgende Gleichung ausdrücken

$$y^3 = ax^2,$$

indem man die Coordinaten vom eingeklemmten Ende an zählt, die x senkrecht oder parallel der Depression, die y horizontal oder parallel dem graden Stabe.

Das ist die Gleichung einer Parabel der zweiten Ordnung, mit zwei Zweigen, deren einer die Figur des Stabes repräsentirt, wenn die ablenkende Kraft von oben nach unten wirkt, wie es bei Anwendung eines Gewichts der Fall ist; der andere Zweig aber tritt ein, wenn die ablenkende Kraft von unten nach oben wirkt. S. fig. 5.

Der Parameter dieser Curve ist

$$a = \frac{L^3}{d^2}.$$

Wir werden später sehen, dass dieser Werth umgekehrt proportional ist dem Werthe von $p \,.\, d$ (wo p die Belastung am freien Ende des Stabes bedeutet) oder der Kraft, welche dazu nöthig ist, das Gewicht p zur Höhe d zu erheben, oder, was dasselbe ist, der Werth von $\frac{1}{a}$ ist der Arbeit des elastischen Stabes proportional.

2) Die Flexionswinkel sind den Momenten der Last proportional, d. h. man hat:

$$\varphi = C \,.\, L \,.\, p,$$

wo C eine Constante ist.

3) Wenn man mit l die Länge des Stabes (zwischen dem Klemmpunkt und dem Aufhängepunkt der Belastung) bezeichnet, so findet man, dass

$$\frac{\varphi \,.\, l}{d}$$

eine constante Grösse ist, welches auch die Länge und die Belastung des Stabes sei.

4) Wir haben auch (siehe oben) $\frac{3}{2} d = L \operatorname{tang} \varphi$; und da für sehr kleine Werthe von φ, z. B. für $\varphi = 1'$ man $L = l$ hat, so ist

$$\frac{\varphi l}{d} = \frac{3}{2} \operatorname{cotang} 1' = \frac{16200}{\pi} = 5156{,}6,$$

wo φ in Minuten ausgedrückt sein muss.

5) Bezeichnet man mit δ die lineäre Ausdehnung eines Drahtes, dessen Länge und Radius der Einheit gleich sind, durch die Gewichtseinheit, so hat man:

$$\delta = \frac{1}{2} \varrho^4 \frac{\varphi \operatorname{tang} 1'}{l . L . p},$$

wo ϱ den Radius des Drahtes bedeutet; das ist die einzige Combination zwischen den Grössen φ, l und Lp, die immer denselben Werth von δ giebt.

Für prismatische Stäbe hat man:

$$\delta' = \frac{1}{6} \frac{\varphi \operatorname{tang} 1'}{l . L . p},$$

wo δ' die lineäre, durch die Gewichtseinheit hervorgebrachte Ausdehnung der Seite eines Würfels bedeutet, dessen Seite der Einheit gleich ist.

Um nach dieser Formel den Elasticitäts-Coefficienten prismatischer und runder Stäbe zu bestimmen, bediente ich mich folgender Methode:

Der Stab wird in seiner Mitte so zwischen zwei Spitzen geklemmt, dass die der Breite des Stabes parallele Queeraxe desselben sich zwischen den beiden Spitzen befindet; die beiden Hälften des Stabes halten einander das Gleichgewicht, und beide Enden neigen sich etwas zur Erde, vermöge ihrer Schwere. An den beiden Enden sind Spiegel befestigt, von gleichem Gewicht, deren Ebenen sehr nahe senkrecht sind auf die Axen der Enden, so wie in fig. 6; auf diese Spiegel sind die Fernröhre von 2 Verticalkreisen gerichtet, deren Oculare die oben beschriebene Einrichtung haben. Man erhält so leicht, auf die ebenfalls oben beschriebene Art, die

Neigung jedes Spiegels gegen den Horizont, mithin die gegenseitige Neigung der Spiegel. Aus dieser Neigung der Spiegel gegen den Horizont fände man unmittelbar die Neigung der Enden des Stabes, wenn man vollkommen gewiss wäre, dass die beiden Spiegel vollkommen senkrecht auf die Enden des Stabes sind; da diess aber nie genau der Fall sein wird, so kehrt man den Stab um, um seine Längenaxe, und bestimmt in dieser neuen Lage der Spiegel abermals ihre Neigung gegen den Horizont; die Mittel aus beiden Bestimmungen geben die wahren Neigungen. Man hat so die Neigungen der Enden des Stabes, wie sie durch dessen eignes Gewicht und das Gewicht der Spiegel hervorgebracht werden; man hängt nun 2 gleiche Gewichte in gleichen Entfernungen von der Mitte des Stabes an die Enden desselben auf, unmittelbar hinter den Spiegeln (siehe fig. 6) und bestimmt abermals die Neigungen der beiden Spiegel vor und nach der Umkehrung; die Mittel aus den Beobachtungen geben die Neigungen der Enden, hervorgebracht durch das eigne Gewicht des Stabes, durch das Gewicht des Spiegels und das angehängte Gewicht.

Es sei nun $2l$ die Länge des Stabes zwischen den beiden Aufhängepunkten der Gewichte, wenn der Stab noch grade ist; $2L$ die horizontale Entfernung derselben Aufhängungspunkte, wenn die beiden Enden des Stabes sich herabgeneigt haben; es sei p' das Gewicht der Hälfte des Stabes und des an das Ende desselben befestigten Spiegels, auf den Aufhängungspunkt bezogen; endlich p'' das Gewicht, welches am Aufhängungspunkt herabhängt, so hat man, nach dem Vorhergehenden:

für prismatische Stäbe

$$\delta' = \frac{1}{6}\,\frac{\varphi}{l}\,\frac{ab^3}{L\,(p' + p'')}\,\text{tang}\,1',$$

für runde Stäbe

$$\delta = \frac{1}{2}\,\varrho^4\,\frac{\varphi\,\text{tang}\,1'}{l\,.\,L\,(p' + p'')}.$$

Man macht erst eine Beobachtung ohne Gewicht, und erhält,

für einen prismatischen Stab z. B., folgende Bedingungsgleichung:

$$\delta' = \frac{1}{6}\frac{\varphi}{l}\frac{ab^3}{Lp'}\,\text{tang}\,1'.$$

Dann hängt man das Gewicht p'' von jeder Seite an und erhält nun:

$$\delta' = \frac{1}{6}\frac{\varphi}{l}\frac{ab^3}{L(p'+p'')}\,\text{tang}\,1'.$$

In diesen beiden Gleichungen giebt es 2 Unbekannte, δ' und p', die man leicht bestimmen kann. Hat man mehrere Beobachtungen, so hat man mehr als zwei Bedingungsgleichungen, von denen man die erste und letzte gebrauchen kann, um den Werth von p' zu bestimmen, dann berechnet man mit diesem Werthe von p' die Werthe von δ', die jeder Gleichung entsprechen. Bei der Beobachtung muss man sich wohl hüten, der Elasticitätsgrenze zu nahe zu kommen, d. h. zu grosse Gewichte anzuwenden.

Hier sind einige Zahlen, zu denen ich durch solche Versuche gelangt bin:

Prismatischer Stab von Stahl No. 5	$\delta' = 0{,}0000000296020$
No. 6	$\delta' = 0{,}0000000301050$
Platin	$\delta' = 0{,}0000000358600$
Messingdrath	$\delta' = 0{,}0000000592913$
Eisendrath No. 3.....	$\delta' = 0{,}0000000329270$

Man sieht, dass die prismatischen Stäbe sehr nahe dasselbe Resultat geben, durch Flexion wie durch Transversalschwingungen; bei Dräthen giebt die Flexion etwas grössere Werthe, vielleicht weil die Transversalschwingungen der Dräthe nicht in einer Ebene geschehn, sondern in conische Schwingungen übergehen, deren Dauer etwas kürzer ist.

(Aus dem *Bull. phys.-mathém. T. XII. No.* 11.)

$\frac{9}{21}$ Septembre 1853.

Lettre de M. CRUSELL a M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie.

Monsieur,

Après une série d'expériences relatives à l'action du platine chauffé par le galvanisme sur des substances organiques, expériences qui ont été suivies de grandes dépenses, j'adressai une lettre à M. l'Académicien Lenz. Cette lettre, ma première communication de la *galvanocaustie*, a été lue dans la séance du 11 septembre 1846 de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, et insérée au Bulletin physico-mathématique, Tome VI; No. 14, pag. 239.

Quelques mois après la lecture de cette communication, j'adressai à l'Académie Royale des Sciences à Paris un mémoire qui portait le litre: Traitement électrolytique, ou le galvanisme comme remède chimique, suivie d'une délinéation de la *galvanocaustie*. L'Académie Royale a bien voulu recevoir ce mémoire, mais elle n'a pas mentionné la *galvanocaustie* dans son procès verbal (Compte-rendu du 11 janvier 1847).

Le 17 janvier 1848 (Comptes-rendus hebdomadaires, Tome XXVI, pag. 107) l'Académie de Paris a reçu de ma part une Note sur la guérison d'un fungus hématoïde. Sans le fil de platine chauffé par le galvanisme cette guérison aurait été impossible. Cette note contient aussi l'histoire de la guérison d'un grave rétrécissement de l'orifice de l'urèthre, par ce même fil galvanocaustique. La guérison du rétrécissement avait lieu en 1846, celui du fungus en 1847.

Pour donner, en attendant un rapport de la part de l'Académie de Paris, au public médical une notice concise de mes longs travaux, je publiai, en 1848, dans le journal *Medicinische Zeitung Russlands*, trois mémoires traitant de la thérapie électrolytique et de la galvanocaustie ensemble. J'ai l'honneur de soumettre ci-joint un exemplaire de ces opuscules.

Le Journal de Saint-Pétersbourg, publié le samedi 10 (22) septembre 1849 contient, pag. 3693, un article signé par moi. Je trouve convenable de reproduire ici un extrait de cet article.

«J'ai déjà consacré plus de onze années aux expériences «sur les effets du galvanisme, nommément *la décomposition des «fluides et la caléfaction des métaux*. Les résultats de ces longs, pénibles et coûteux travaux sont *les traitements électrolytiques «et les opérations galvanocaustiques*..... J'ai aussi, dans divers «cas, et avec le plus grand succès, remplacé les instruments «tranchants de la chirurgie ordinaire par les *électrodes* (extir- «pation et même amputation électrolytique) ou par le platine «chauffé par le galvanisme (opération galvanocaustique) qui est tout à fait autre chose que l'application du fer chauffé au feu».

Les faits que je viens de relever et les nommés documents imprimés m'autorisent à réclamer la priorité de tout emploi thérapeutique du platine chauffé par le galvanisme et de me féliciter d'avoir reçu un collaborateur en M. Alph. Amussat, auteur de la suivante communication insérée au Compte-rendu de la séance du 11 Juillet 1853 de l'Académie Impériale des Sciences de Paris.

«M. Alph. Amussat présente le résumé des résultats qu'il a obtenus de *l'électricité*, employée comme agent *thérapeutique*.»

«En employant, dit l'auteur, un fil de platine chauffé au «blanc lumineux, au moyen d'une batterie électrique composée «de piles de Bunsen, j'ai pu: 1° cautériser l'intérieur d'une «grenouillette du volume d'une grosse amande et en obtenir la «guérison; 2° cautériser l'intérieur d'une vaste cavité an- «fractueuse, occupant toute la surface postérieure de la glande «mammaire droite, chez une femme de vingt-quatre ans, et «en obtenir la cicatrisation; 3° cautériser extérieurement et «intérieurement le col de l'utérus dans les engorgements avec

«ulcération de cette partie de l'organe; 4° faire l'ablation de «deux tumeurs cancéreuses, l'une siégeant dans la paume de «la main, ayant 10 centimètres en longueur et 8 centimètres «en largeur; l'autre plus volumineuse encore, placée dans «la région mammaire».

«Pour faire l'ablation de ces tumeurs, j'ai employé le pro«cédé suivant: Je traverse la base de la tumeur avec une «aiguille portant une anse de fil de platine; lorsqu'elle est «parvenue au côté opposé, je la retire en coupant l'anse. J'ai «alors deux fils distincts, dont les extrémités sont mises en «raport avec les pôles de deux batteries électriques, compo«sées de grandes piles de Bunsen. En tirant doucement les fils «en sens opposés, on fait l'ablation de la tumeur; il reste «ensuite une surface cautérisée, sur laquelle on applique «d'abord des réfrigérants, et que l'on panse ensuite avec des «compresses trempées dans de l'eau simple, jusqu'à la cica«trisation complète.»

«Le nombre des éléments doit être tel, que la température «du fil de platine soit assez élevée pour se casser facilement «quand on sectionne la base de la tumeur, afin d'obtenir une «cautérisation suffisante.»

«L'auteur annonçant l'intention de soumettre prochaine«ment au jugement de l'Académie un travail plus étendu sur «le même sujet, on attendra l'arrivée de son mémoire pour «nommer une Commission.» (Comptes-rendus hebdomadaires, Tome XXXVII, No. 2, pag. 52).

Les détails de la galvanocaustie sont plus développés dans les paragraphes 11, 12 et 13 du troisième des opuscules que j'ai publiés, en 1848, dans la *Medicinische Zeitung Russlands*.

En recommandant cette réclamation à votre bienveillante attension, j'ose espérer de la voir imprimée, aussi prochainement que possible, dans le Bulletin physico-mathématique. J'ai l'honneur etc.

Gustave Crusell, D. M.,
agrégé au Département Médical du
Ministére de l'Intérieur.

St.-Pétersbourg ce 31 août 1853.

(Tiré du *Bullet. phys.-mathém. T. XII. No. 9. 10.*)

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

Widener Library
3 2044 092 688 134